



# **STUDI KONFIGURASI DASAR SALURAN DI TIKUNGAN 90°**

**T E S I S**

Disusun dalam rangka memenuhi salah satu  
Persyaratan Program Magister Teknik Sipil

Oleh :

**UKIMAN**  
**NIM : L4A 099255**

**PROGRAM PASCASARJANA**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**

**2005**

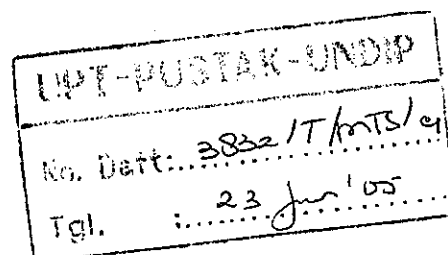
## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI KONFIGURASI DASAR SALURAN DI TIKUNGAN 90°

Diajukan Oleh :

UKIMAN

NIM : L4A 099055



Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

2 Pebruari 2005

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil.

Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ir. RY. Kodoatie, M.Eng
2. Sekretaris : Ir. Sriyana, MS.
3. Anggota I : Dr. Ir. Suripin, M.Eng
4. Anggota II : Ir. Sugiyanto, M.Eng
5. Anggota III : Ir. Hari Budienny, MT

Semarang,  
Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil  
Universitas Diponegoro  
Ketua  
  
Dr. Ir. Suripin, M.Eng

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan rahmatNya sehingga penulisan tesis dengan judul “Studi Konfigurasi Dasar Saluran di Tikungan 90°” ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Magister Teknik Sipil pada Konsentrasi Sumber Daya Air pada Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini kami sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir Suripin M.Eng selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro
2. Dr. Ir. R.J. Kodoatie M.Eng selaku Dosen Pembimbing I
3. Ir. Sriyana, MS selaku Dosen Pembimbing II
4. Ir. Sugiyanto, M.Eng selaku Dosen Pembahas dan Penguji
5. Ir. Sugiyanto, M.Eng selaku Ketua Laboratorium Pengaliran Universitas Diponegoro, beserta stafnya.
6. Ir. Ismin Tauhid R, MT. selaku Direktur Politeknik Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan dan bantuannya.
7. Semua Staf Program Pascasarjana Universitas Diponegoro yang telah membantu dan memberi semangat.
8. Semua pihak yang membantu dan memberi dorongan hingga terselesaikannya penulisan tesis ini.

Ucapan terima kasih tak lupa kami sampaikan kepada istri dan anak-anak yang tercinta serta teman-teman yang selalu mendorong dan menyemangati dalam penulisan tesis ini.

Akhirnya semoga tesis ini berguna dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan pembacanya dan dapat dipakai sebagai bahan penelitian lanjutnya.

Semarang, Januari 2005

Penulis

## ABSTRACT

The Research in river bed erosion of a bend in the channel is rarely being done. Usually the practitioners only strive to handle damage that happened around in the river bend as effect of high stream and speed of boisterous stream. And many result of done repair, not go along way because sliding to horizontal direction is safe but base erosion of channel isn't safe.

To estimate erosion or sliding of steeply sloping riverbank on the bend in river or channel, so it was done by attempt or research about deepness level of erosion that happen on bend area. To know the existing occurrence was used by making river physical model for can be done by research in laboratory. This research model was done by examination with several of highly of stream level and time of streaming and also speed of stream.

The result of research show highly of stream is  $h = 4,65$  cm deepness of erosion is 4,43cm for the radius at  $R_c = 50$  cm. While at the radius of  $R_c = 75$  cm deepness of erosion is equal to 3,16 cm at stream level of  $h = 3,08$  cm at the height of big stream, it was not damage for base channel, but sliding of steeply sloping riverbank of channel that horizontal direction was reach to 8 cm in exterior bend area. Sediment in the bend area was reach thick to 1,02 cm, sediment in the final bend was happened to make a move of 20 cm to 80 cm up at downstream.

The solution of a bend of  $90^\circ$  for the radius of  $R_c = 50$  cm

Y lab. eq. =  $0,430419 h - 0,096959 v + 0,733925$  and  $R_c = 75$  cm.

Y lab. eq =  $0,213259 h - 0,10421 v + 1,567105$ .

Key word : pattern of a bend erosion of  $90^\circ$

## INTISARI

Penelitian hal gerusan dasar saluran di tikungan masih jarang dilakukan. Biasanya para praktisi di lapangan hanya melakukan upaya untuk menangani kerusakan yang terjadi di sekitar tikungan sungai akibat aliran air yang tinggi dan kecepatan aliran yang kencang. Dan banyak hasil perbaikan yang dilakukan tadi, tidak berumur lama karena kelongsoran arah horizontal aman tetapi gerusan dasar saluran masih belum aman.

Guna memprediksi gerusan atau kelongsoran tebing pada tikungan sungai atau saluran, maka dilaksanakan percobaan atau penelitian besarnya kedalaman gerusan yang terjadi pada daerah tikungan. Untuk mengetahui kejadian yang ada digunakan cara dengan membuat model fisik sungai untuk dilaksanakan penelitian di laboratorium. Dalam model penelitian dilakukan pengujian dengan variasi tinggi aliran dan waktu pengaliran serta kecepatan aliran.

Hasil penelitian menunjukkan tinggi aliran  $h = 4,65$  cm kedalaman gerusan  $4,43$  cm untuk jari-jari pada  $R_c = 50$  cm. Sedangkan pada jari-jari  $R_c = 75$  cm kedalaman gerusan sebesar  $3,16$  cm pada tinggi aliran  $h = 3,08$  cm pada ketinggian aliran air yang besar kerusakan dasar saluran tidak terjadi, tetapi kelongsoran tebing saluran arah horizontal mencapai  $8$  cm di daerah tikungan bagian luar. Endapan di daerah dalam tikungan mencapai ketebalan  $1,02$  cm, endapan di akhir tikungan terjadi bergerak  $20$  cm hingga  $80$  cm ke arah hilir.

Solusi gerusan pada tikungan  $90^\circ$  dengan jari-jari  $R_c = 50$  cm persamaannya :

Y pers. lab =  $0,430419 h - 0,096959 v + 0,733925$  dan  $R_c = 75$  cm persamaanya:

Y pers. lab =  $0,213259 h - 0,10421 v + 1,567105$ .

Kata Kunci : Pola gerusan, tikungan  $90^\circ$

## DAFTAR ISI

|   |        |
|---|--------|
| HALAMAN JUDUL .....                           | i      |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                      | ii     |
| KATA PENGANTAR .....                          | iii    |
| ABSTRAK .....                                 | iv     |
| INTISARI .....                                | v      |
| DAFTAR ISI .....                              | vi     |
| DAFTAR TABEL .....                            | viii   |
| DAFTAR GAMBAR .....                           | xi     |
| DAFTAR NOTASI .....                           | xii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                         | xv     |
| <br>BAB I PENDAHULUAN .....                   | <br>1  |
| 1.1. Latar Belakang .....                     | 1      |
| 1.2. Tujuan Penelitian .....                  | 2      |
| 1.3. Keluaran Hasil Penelitian .....          | 2      |
| 1.4. Hipotesis .....                          | 2      |
| <br>BAB II STUDI PUSTAKA .....                | <br>3  |
| 2.1. Tikungan Sungai .....                    | 3      |
| 2.2. Model Fisik .....                        | 8      |
| 2.2.1. Analisa Dimensi .....                  | 9      |
| 2.2.2. Kesebangunan (Similaritas) .....       | 11     |
| 2.2.3. Skala Model .....                      | 13     |
| 2.2.4. Model Terdistorsi .....                | 15     |
| 2.2.5. Material Pembentuk Dasar Saluran ..... | 16     |
| 2.3. Analisa Regresi .....                    | 17     |
| <br>BAB III METODE PENELITIAN .....           | <br>24 |
| 3.1. Alat dan Bahan .....                     | 24     |
| 3.2. Analisa Skala Model .....                | 24     |
| 3.3. Langkah-langkah Penelitian .....         | 25     |

|  |     |
|--|-----|
| 3.3.1. Persiapan Bahan .....                                 | 25  |
| 3.3.2. Persiapan Alat Laboratorium .....                     | 25  |
| 3.3.3. Data yang Diambil .....                               | 25  |
| BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN .....                          | 29  |
| 4.1. Umum .....  | 29  |
| 4.2. Kalibrasi Pengeluaran Debit .....                       | 31  |
| 4.3. Debit Aliran ( $Q \text{ cm}^3/\text{dt}$ ) .....       | 30  |
| 4.4. Pembuatan Model .....                                   | 31  |
| 4.5. Pengambilan Data .....                                  | 34  |
| 4.6. Kedalaman Aliran ( $h \text{ cm}$ ) .....               | 35  |
| 4.7. Kecepatan Aliran Air ( $V \text{ cm}/\text{dt}$ ) ..... | 35  |
| 4.8. Verifikasi Model Saluran .....                          | 36  |
| 4.9. Running .....   | 39  |
| 4.10. Analisa Data .....                                     | 40  |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....                             | 43  |
| 5.1. Data Laboratorium .....                                 | 43  |
| 5.1.1. Umum .....  | 43  |
| 5.1.2. Kedalaman Gerusan .....                               | 43  |
| 5.1.2.1. Kedalaman Gerusan Rc 50 .....                       | 46  |
| 5.1.2.1.1. Pengaliran dengan $h = 3,08 \text{ cm}$ .....     | 46  |
| 5.1.2.1.2. Pengaliran dengan $h = 4,06 \text{ cm}$ .....     | 55  |
| 5.1.2.1.3. Pengaliran dengan $h = 4,65 \text{ cm}$ .....     | 63  |
| 5.1.2.1.4. Pengaliran dengan $h = 5,23 \text{ cm}$ .....     | 71  |
| 5.1.2.1.5. Pengaliran dengan $h = 7,29 \text{ cm}$ .....     | 79  |
| 5.1.2.2. Kedalaman Gerusan Rc 75 .....                       | 88  |
| 5.1.2.2.1. Pengaliran dengan $h = 3,08 \text{ cm}$ .....     | 88  |
| 5.1.2.2.2. Pengaliran dengan $h = 4,06 \text{ cm}$ .....     | 97  |
| 5.1.2.2.3. Pengaliran dengan $h = 4,65 \text{ cm}$ .....     | 105 |
| 5.1.2.2.4. Pengaliran dengan $h = 5,23 \text{ cm}$ .....     | 113 |
| 5.1.2.2.5. Pengaliran dengan $h = 7,29 \text{ cm}$ .....     | 121 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2. Pembahasan .....                            | 130 |
| 5.2.1. Aliran Air .....                          | 130 |
| 5.2.2. Jari-jari Tikungan .....                  | 130 |
| 5.2.3. Kedalaman Gerusan .....                   | 131 |
| 5.2.4. Solusi Pendekatan Pemecahan Gerusan ..... | 131 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....                | 132 |
| 6.1. Kesimpulan .....                            | 132 |
| 6.2. Saran .....                                 | 133 |
| DAFTAR PUSTAKA                                   |     |
| LAMPIRAN   |     |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Perbandingan model terdistorsi dan tak terdistorsi .....                                    | 16 |
| Tabel 4.1. Data kalibrasi alat ukur debit Thompson .....   | 30 |
| Tabel 4.2. Debit saluran .....   | 31 |
| Tabel 4.3. Data saluran percobaan .....  | 33 |
| Tabel 4.4. Data pengukuran propil saluran awal $R_c = 50 \text{ cm}$ .....                             | 34 |
| Tabel 4.5. Ketinggian aliran air .....   | 35 |
| Tabel 4.6. Kecepatan aliran ( $V$ ) .....  | 36 |
| Tabel 4.7. Campuran material dasar pembentuk saluran .....   | 37 |
| Tabel 4.8. Komposisi butiran .....   | 37 |
| Tabel 4.9. Perbandingan gerusan metode ripley dan laboratorium .....                                   | 39 |
| Tabel 5.1. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=15 \text{ mnt.}$ ..  | 49 |
| Tabel 5.2. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=30 \text{ mnt.}$ ..  | 50 |
| Tabel 5.3. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=45 \text{ mnt.}$ ..  | 51 |
| Tabel 5.4. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=60 \text{ mnt.}$ ..  | 52 |
| Tabel 5.5. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=50\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ ...          | 53 |
| Tabel 5.6. Data Gerusan $R_c = 50 \text{ cm}$ $h = 3,08 \text{ cm}$ .....                              | 54 |
| Tabel 5.7. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=15 \text{ mnt.}$ ..  | 57 |
| Tabel 5.8. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=30 \text{ mnt.}$ ..  | 58 |
| Tabel 5.9. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=45 \text{ mnt.}$ ..  | 59 |
| Tabel 5.10. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=60 \text{ mnt.}$ .. | 60 |
| Tabel 5.11. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=50\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ ...         | 61 |
| Tabel 5.12. Data Gerusan $R_c = 50 \text{ cm}$ $h = 4,06 \text{ cm}$ .....                             | 62 |
| Tabel 5.13. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=15 \text{ mnt.}$ .. | 65 |
| Tabel 5.14. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=30 \text{ mnt.}$ .. | 66 |
| Tabel 5.15. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=45 \text{ mnt.}$ .. | 67 |
| Tabel 5.16. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=60 \text{ mnt.}$ .. | 68 |
| Tabel 5.17. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=50\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ ...         | 69 |
| Tabel 5.18. Data Gerusan $R_c = 50 \text{ cm}$ $h = 4,65 \text{ cm}$ .....                             | 70 |
| Tabel 5.19. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=15 \text{ mnt.}$ .. | 73 |
| Tabel 5.20. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=30 \text{ mnt.}$ .. | 74 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5.21. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 75  |
| Tabel 5.22. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 76  |
| Tabel 5.23. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=50\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ ... | 77  |
| Tabel 5.24. Data Gerusan $R_c = 50$ cm $h = 5,23$ cm .....                                     | 78  |
| Tabel 5.25. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 81  |
| Tabel 5.26. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 82  |
| Tabel 5.27. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 83  |
| Tabel 5.28. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=50\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 84  |
| Tabel 5.29. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=50\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ ... | 85  |
| Tabel 5.30. Data Gerusan $R_c = 50$ cm $h = 7,29$ cm .....                                     | 86  |
| Tabel 5.31. Rangkuman Proses Pengaliran di $R_c = 50$ cm .....                                 | 87  |
| Tabel 5.32. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 91  |
| Tabel 5.33. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 92  |
| Tabel 5.34. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 93  |
| Tabel 5.35. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 94  |
| Tabel 5.36. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=75\text{cm}$ $h=3,08\text{cm}$ ... | 95  |
| Tabel 5.37. Data gerusan $R_c = 75$ cm $h = 3,08$ cm .....                                     | 96  |
| Tabel 5.38. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 99  |
| Tabel 5.39. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 100 |
| Tabel 5.40. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 101 |
| Tabel 5.41. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 102 |
| Tabel 5.42. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=75\text{cm}$ $h=4,06\text{cm}$ ... | 103 |
| Tabel 5.43. Data gerusan $R_c = 75$ cm $h = 4,06$ cm .....                                     | 104 |
| Tabel 5.44. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 107 |
| Tabel 5.45. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 108 |
| Tabel 5.46. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 109 |
| Tabel 5.47. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 110 |
| Tabel 5.48. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=75\text{cm}$ $h=4,65\text{cm}$ ... | 111 |
| Tabel 5.49. Data gerusan $R_c = 75$ cm $h = 4,65$ cm .....                                     | 112 |
| Tabel 5.50. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 115 |
| Tabel 5.51. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 116 |
| Tabel 5.52. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 5.53. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 118 |
| Tabel 5.54. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=75\text{cm}$ $h=5,23\text{cm}$ ... | 119 |
| Tabel 5.55. Data gerusan $R_c = 75$ cm $h = 5,23$ cm .....                                     | 120 |
| Tabel 5.56. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=15$ mnt..   | 123 |
| Tabel 5.57. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=30$ mnt..   | 124 |
| Tabel 5.58. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=45$ mnt..   | 125 |
| Tabel 5.59. Hasil pengukuran elv dasar sal. $R_c=75\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ $t=60$ mnt..   | 126 |
| Tabel 5.60. Hasil perhitungan elv dasar sal. rata-rata $R_c=75\text{cm}$ $h=7,29\text{cm}$ ... | 127 |
| Tabel 5.61. Data gerusan $R_c = 75$ cm $h = 7,29$ cm .....                                     | 128 |
| Tabel 5.62. Rangkuman proses pengaliran di $R_c = 75$ cm .....                                 | 129 |
| Tabel 5.63. Kedalaman gerusan .....  | 132 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1. Garis energi dan profil aliran di sekitar lengkungan .....                           | 3  |
| Gambar 2.1. Penampang lintang saluran empiris pada tikungan sungai .....                         | 6  |
| Gambar 3.a. Pengukuran elevasi dasar saluran kondisi awal .....                                  | 26 |
| Gambar 3.b. Pengukuran elevasi muka air .....  | 26 |
| Gambar 3.c. Pengukuran elevasi dasar saluran sesudah pengaliran .....                            | 26 |
| Gambar 3.1. Skema model saluran terbuka .....  | 31 |
| Gambar 3.2. Profil yang diukur data elevasi .....  | 28 |
| Gambar 4.2. Grafik gradasi butiran .....   | 38 |
| Gambar 4.3. Grafik perbandingan gerusan metode ripley dan laboratorium. ....                     | 39 |
| Gambar 5.1. Photo saluran kondisi awal di tikungan $R_c = 50$ cm.....                            | 43 |
| Gambar 5.2. Photo saluran kondisi awal di tikungan $R_c = 75$ cm .....                           | 44 |
| Gambar 5.3. Photo gerusan di tikungan $R_c = 75$ cm .....  | 44 |
| Gambar 5.4. Photo peninjauan oleh Dosen Pembimbing .....   | 45 |
| Gambar 5.5. Posisi pengukuran profil melintang $R_c = 50$ cm .....                               | 48 |
| Gambar 5.6. Posisi pengukuran elevasi dasar saluran pada setiap profil<br>( $R_c = 50$ cm) ..... | 48 |
| Gambar 5.7. Posisi pengukuran profil melintang $R_c = 75$ cm .....                               | 92 |
| Gambar 5.8. Posisi pengukuran elevasi dasar saluran pada setiap profil<br>( $R_c = 75$ cm) ..... | 90 |

## SIMBOL DAN NOTASI

| Lambang           | Arti                                     | Satuan   | Dimensi   |
|-------------------|--|----------|-----------|
| A                 | Luas penampang                           | $m^2$    | $L^2$     |
| $A_m$             | Luas penampang model                     | $m^2$    | $L^2$     |
| $A_1, A_2, \dots$ | Variabel yang lain                       | -        | -         |
| a                 | Percepatan lateral                       | $m/dt^2$ | $LT^{-2}$ |
| $B_D$             | Variabel dinamis                         | -        | -         |
| $B_G$             | Variabel geometris                       | -        | -         |
| $B_K$             | Variabel kinematis                       | -        | -         |
| b                 | Lebar dasar saluran                      | m        | L         |
| $b_m$             | Lebar dasar saluran model                | m        | L         |
| C                 | Konstanta perputaran gerak pusaran bebas | -        | -         |
| Cd                | Koefisien debit alat Thompson            | -        | -         |
| D                 | Kedalaman hidrolis                       | m        | L         |
| $D_{50}$          | Diameter butiran pada lolos 50%          | mm       | L         |
| $D_{30}$          | Diameter butiran pada lolos 30%          | mm       | L         |
| $d_s$             | Diameter representatif                   | mm       | L         |
| E                 | Energi spesifik                          | cm       | L         |
| f                 | Fungsi                                   | -        | -         |
| $F_r$             | Bilangan Freude                          | -        | -         |
| g                 | Percepatan gravitasi                     | $m/dt^2$ | $LT^{-2}$ |
| H                 | Tinggi pengukuran data elevasi           | cm       | L         |
| $H_{rep}$         | Elevasi acuan pengukuran dasar saluran   | cm       | L         |
| $H_t$             | Tinggi aliran pada alat Thompson         | cm       | L         |
| h                 | Tinggi aliran pada saluran               | cm       | L         |
| I                 | Inersia                                  | $cm^4$   | $L^4$     |
| i                 | Kemiringan saluran arah memanjang        | -        | -         |
| K                 | Konstanta                                | -        | -         |
| kk                | Kaki                                     | ft       | L         |
| L                 | Panjang horisontal                       | m        | L         |

|                        |   |                     |                                |
|------------------------|---|---------------------|--------------------------------|
| Lm                     | Panjang model                               | cm                  | L                              |
| LH                     | Skala horizontal                            | -                   | -                              |
| LV                     | Skala vertikal                              | -                   | -                              |
| M                      | Massa                                       | gr                  | M                              |
| N                      | Jumlah putaran alat curren meter per 60 dt  | -                   | -                              |
| N <sub>1</sub>         | Jumlah putaran alat curren meter per 30 dt  | -                   | -                              |
| n                      | Koefisien Manning                           | -                   | -                              |
| P                      | Keliling basah                              | cm                  | L                              |
| Q                      | Debit aliran                                | cm <sup>3</sup> /dt | L <sup>3</sup> T <sup>-1</sup> |
| Qm                     | Debit model                                 | cm <sup>3</sup> /dt | L <sup>3</sup> T <sup>-1</sup> |
| R                      | Jari-jari hidrolis                          | cm                  | L                              |
| Re                     | Bilangan Reynold                            | -                   | -                              |
| Rc                     | Jari-jari lengkungan                        | cm                  | L                              |
| T                      | Lebar permukaan aliran air                  | cm                  | L                              |
| t                      | Waktu                                       | mnt                 | T                              |
| V                      | Kecepatan aliran pada saluran               | cm/dt               | LT <sup>-1</sup>               |
| Vm                     | Kecepatan aliran pada model                 | cm/dt               | LT <sup>-1</sup>               |
| X                      | Variabel bebas                              | -                   | -                              |
| x                      | Absis                                       | -                   | -                              |
| Y                      | Variabel tak bebas terhadap X               | -                   | -                              |
| y                      | Kedalaman gerusan                           | cm                  | L                              |
| ygl                    | Kedalaman gerusan laboratorium              | cm                  | L                              |
| y <sub>pers lab.</sub> | Kedalaman gerusan dari hasil persamaan lab. | cm                  | L                              |
| U <sub>*</sub>         | Kecepatan geser butiran                     | cm/dt               | LT <sup>-1</sup>               |
| U <sub>*c</sub>        | Kecepatan rata-rata geser                   | cm/dt               | LT <sup>-1</sup>               |
| ρ <sub>s</sub>         | Rapat massa butiran                         | gr/cm <sup>3</sup>  | ML <sup>-3</sup>               |
| ρ <sub>s</sub>         | Rapat massa sedimen                         | gr/cm <sup>3</sup>  | ML <sup>-3</sup>               |
| ρ <sub>w</sub>         | Rapat massa air                             | gr/cm <sup>3</sup>  | ML <sup>-3</sup>               |
| Δ                      | (ρ <sub>s</sub> - ρ) / ρ                    | -                   | -                              |
| ν                      | Kekentalan kinematik                        | m <sup>2</sup> /dt  | M <sup>2</sup> T <sup>-1</sup> |

|          |                                 |                    |                  |
|----------|---------------------------------|--------------------|------------------|
| $\tau$   | Tegangan geser                  | gr/cm <sup>2</sup> | ML <sup>-2</sup> |
| $\tau_c$ | Tegangan geser dasar kritis     | gr/cm <sup>2</sup> | ML <sup>-2</sup> |
| $\tau_o$ | Tegangan geser dasar awal       | gr/cm <sup>2</sup> | ML <sup>-2</sup> |
| $r_l$    | Jari-jari lengkungan dalam      | cm                 | L                |
| $r_o$    | Jari-jari lengkungan luar       | cm                 | L                |
| $\ln$    | Logaritma bilangan dasar e      | -                  | -                |
| $\pi$    | Nisbah                          | -                  | -                |
| $\Sigma$ | Jumlah                          | -                  | -                |
| $\theta$ | Besarnya sudut kemiringan talud | derajad            | -                |
| $\phi$   | Besaran sudut                   | derajad            | -                |

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada saluran dengan alinemen tak linear, reaksi yang ditujukan aliran akan berbeda-beda, sesuai dengan keadaan aliran yang bersangkutan. Pada aliran super kritis menunjukkan karakteristik pola gelombang bersilangan yang tidak teratur di permukaannya, serta super elevasi yang berlebihan. Menurut Thompson (1876) penyebab utama gejala aliran spiral adalah gesekan pada dinding saluran, gaya sentrifugal yang membelokkan partikel air yang bergerak dan distribusi kecepatan vertikal yang terjadi pada saluran.

Saluran maupun sungai merupakan salah satu badan air yang penting untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidup manusia perlu memperoleh perhatian, agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Permasalahan saluran yang menarik untuk diamati adalah terjadinya perubahan morfologi saluran. Hal ini dapat terjadi secara alami maupun karena perlakuan yang ada di sepanjang saluran misalnya adanya bendungan, jembatan dan kondisi alam yang tak dapat dihindarkan seperti adanya tikungan pada saluran. Akibat adanya aliran yang melengkung dan menelusuri dinding saluran bagian luar, akan mempengaruhi material dinding saluran bagian luar yang sering disebut erosi. Erosi tanah terjadi melalui tiga tahapan, yaitu tahap pelepasan partikel tunggal dari masa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti halnya aliran air, dan pada kondisi keadaan energi tak dapat untuk mengangkut partikel maka akan terjadi tahap ke tiga yaitu pengendapan (Suripin, 2000).

Prediksi harga kekasaran dasar saluran yang besarnya  $k_s = 3-5D_{90}$  (Susanna, 1999) pada saluran menikung  $90^\circ$  dengan dinding tegak dan tahan erosi (kaca). Besarnya kekasaran saluran tersebut dipengaruhi oleh butiran endapan dan butiran material di daerah gerusan. Akibat adanya endapan dan gerusan yang terjadi akan mengubah konfigurasi dasar saluran di tikungan, terlebih lagi pada saluran yang bahan dasarnya mudah tererosi baik dasar saluran maupun dinding tebing saluran. Hal ini dikarenakan akibat perubahan



arus aliran air, di bagian sisi luar tikungan sering terjadi gerusan dan di bagian dalam akan terjadi endapan dan perubahan aliran air dapat mencakup adanya perubahan kecepatan aliran, tinggi aliran serta lamanya pengaliran mempengaruhi terjadinya perubahan dasar saluran. Untuk mengetahui perubahan yang terjadi kondisi saluran di tikungan  $90^\circ$ , perlu dilakukan pengujian di laboratorium dengan model fisik. Pada uji mode, untuk mengetahui perubahan yang terjadi dilakukan dengan beberapa variabel tinggi aliran ( $h$ ) dan jari-jari lengkungan serta durasi pengaliran.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dengan maksud untuk mengetahui perubahan dasar saluran melalui endapan dan gerusan yang terjadi, serta solusi pemecahan masalah gerusan pada saluran di tikungan  $90^\circ$ .

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan batasan pada saluran model sebagai berikut :

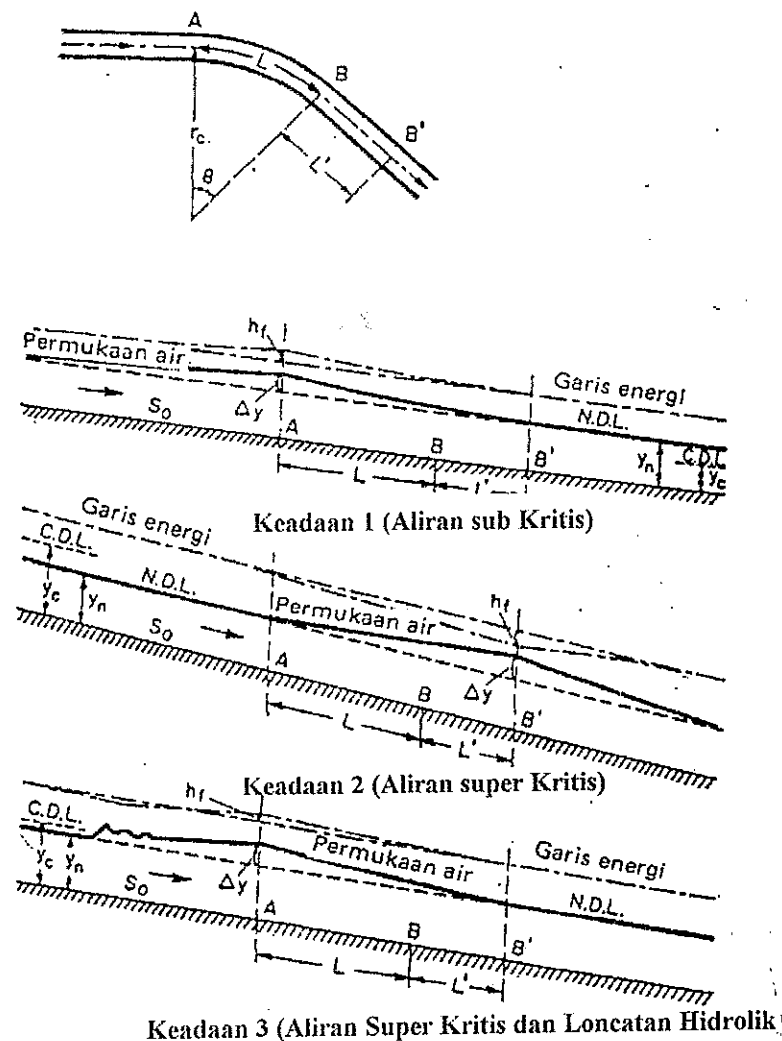
1. Jari-jari tikungan  $R_c = 50$  cm dan  $R_c = 75$  cm
2. Tinggi aliran air  $h = 7,0; 8,5; 10,0; 11,5; \text{ dan } 13,0$  cm
3. Durasi pengaliran  $t = 15, 30, 45 \text{ dan } 60$  menit
4. Bahan mudah tererosi

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tikungan Sungai

Pada saluran terbuka adanya tikungan pada alinemen tidak dapat dihindari, kompleksitas aliran di sekitar lengkungan akan terjadi. Garis arus alirannya tidak hanya kurva linear, tetapi jalin-menjalin menghasilkan arus spiral dan gelombang bersilangan. Gaya sentrifugal yang terjadi pada aliran menelusuri lengkungan menghasilkan naiknya permukaan air tanggul luar dan disertai penurunan permukaan air tanggul dalam.



Gambar 2.1 Garis energi dan profil aliran di sekitar lengkungan (Chow, 1959)

Dalam usaha untuk melukiskan pengaruh dan besarnya aliran spiral pada berbagai lengkungan dan kondisi aliran yang bervariasi maka Shukry telah menggunakan istilah *kekuatan aliran spiral*. Kekuatan aliran spiral didefinisikan sebagai rasio energi kinetik rata-rata gerakan lateral terhadap energi kinetik total aliran pada penampang yang ditinjau dan energi kinetik aliran tergantung pada kuadrat kecepatan aliran.

$$S_{xy} = \frac{V_{xy}^2}{V^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

$S_{xy}$  = kekuatan aliran spiral pada bidang xy.

$V_{xy}$  = proyeksi vektor kecepatan rata-rata bidang xy

$V$  = kecepatan rata-rata pada penampang

Kehilangan energi total yang diakibatkan oleh hambatan lengkungan dapat dinyatakan dalam istilah tinggi tekan kecepatan yaitu :

$$H_f = f_c \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

$V$  = kecepatan rata-rata pada penampang

$f_c$  = koefisien hambatan lengkungan

$$f_c = f(R, r_c/b, y/b, \theta/180)$$

Dalam hukum gerak pusaran bebas didapatkan persamaan

$$V_z = \frac{C}{r} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

$V_z$  = kecepatan

$C$  = konstanta perputaran gerak pusaran bebas

$r$  = jari-jari pusat lengkungan

Energi spesifik pada setiap penampang dan  $y$  adalah kedalaman aliran pada jarak  $r$  dari pusat lengkungan maka :

$$E = y + \frac{V_z^2}{2g} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

$E$  = energi spesifik                       $V_z$  = kecepatan  
 $y$  = kedalaman aliran                       $g$  = gravitasi bumi

Kecepatan maju rata-rata didapat :

$$V_z = \frac{C}{r_o - r_i} \ln \left( \frac{r_o}{r_i} \right) \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

$V_z$  = kecepatan  
 $C$  = koefisien perputaran gerak pusaran bebas  
 $r_i$  = jari-jari lengkungan dalam  
 $r_o$  = jari-jari lengkungan luar

Sedangkan besarnya kedalaman rata-rata adalah :

$$y_m = E - \frac{C^2}{2g r_o r_i} \dots\dots\dots (2.6)$$

Besarnya debit aliran didapat :

$$Q = V_z \cdot y_m (r_o - r_i) = C \left( E - \frac{C^2}{2g r_o r_i} \right) \ln \left( \frac{r_o}{r_i} \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Jika  $Q$ ,  $r_o r_i$  dan  $E$  didapat maka konstanta  $C$  dapat diperoleh dengan Persamaan (2.7) dan kedalaman rata-rata aliran dapat ditentukan dengan Persamaan (2.6).

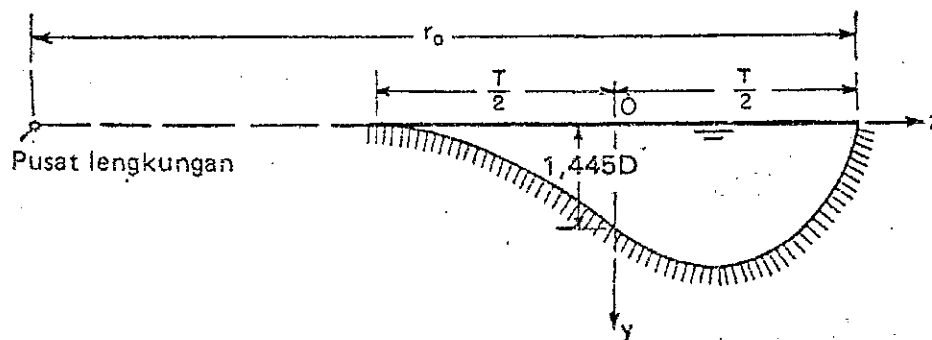
Menurut Ripley (1932, dalam buku Chow 1959), konfigurasi pada suatu lengkungan saluran aluvial dinyatakan dengan persamaan empiris sebagai berikut :

$$y = 6,35 D \left( \sqrt{0,437 - \frac{x^2}{T^2}} - 0,433 \right) \left( 1 + \frac{xK}{r_o} \right) \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

- y = kedalaman ( ft )
- x = absis ( ft )
- D = kedalaman hidrolis ( ft )
- T = lebar permukaan air ( ft )
- $r_o$  = jari-jari lengkungan luar ( ft )
- K = 17,52 (Chow, 1959)

Titik nol koordinat muka air (periksa Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Penampang lintang saluran empiris pada tikungan sungai (Chow, 1959)

Metode kecepatan yang diijinkan :

Kecepatan maksimum yang diijinkan adalah kecepatan rata-rata yang tidak akan menimbulkan erosi pada tubuh saluran.

Langkah-langkah perhitungan :

1. Bahan pembentuk dasar saluran diketahui maka :
  - Tentukan koefisien kekasaran  $n = 0,020$  (Fortier dan Scobey, 1926)
  - Kemiringan dinding  $Z = 2$  (ditentukan)
  - Kecepatan maksimum  $V$  (Fortier dan Scobey, 1926)

2. Hitung jari-jari hidrolis  $R$  (rumus Manning)
3. Hitung luas basah  $A \rightarrow A = Q/V$
4. Hitung keliling basah  $P = A/R$
5. Dengan  $A$  dan  $P$  hitung  $b$  dan  $y$ 
  - $b$  = lebar dasar saluran
  - $y$  = kedalaman aliran

## 2.2 Model Fisik

Dalam desain suatu bangunan yang besar, khususnya bangunan air, pembuatan model sangat diperlukan, hal ini disebabkan :

1. Dalam perencanaan biasanya dibuat asumsi untuk menyederhanakan masalah, tetapi dalam prakteknya tidak semua asumsi sesuai dengan perkiraan awal. Permodelan dapat mengkaji sejauhmana penyimpangan yang terjadi dan solusi alternatif yang dapat diambil.
2. Tidak semua masalah hidraulik dapat dengan mudah dipecahkan secara matematis, sehingga pembuatan model diharapkan dapat mempermudah memecahkan masalah.
3. Pelaksanaan prototif biasanya mahal, untuk menghindari kesalahan dalam pelaksanaan dan mengkaji perilaku hidraulik sebelum pelaksanaan konstruksi pembuatan model fisik sangat penting, juga guna menghemat biaya.
4. Mencari kemungkinan terjadinya suatu gangguan yang mungkin terjadi dalam pengoperasian prototif.
5. Mengkoreksi dimensi yang ada, yang tidak mungkin dilakukan dalam perencanaan pekerjaan, sehingga dapat menghindari terjadinya over dimensi.

Dalam perencanaan model hidraulik perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain : (Nur Yuswantoro, 1991).

- Hubungan antara skala parameter (hukum skala dan kriteria sebangun)
- Tujuan model (untuk menentukan kriteria sebangun yang akan dipakai dalam penentuan skala)

- Kriteria / keseksamaan terhadap parameter fenomena yang ada diprototif (perlu diperhitungkan “skala efek”).
- Fasilitas di laboratorium (pompa, ruangan, alat ukur dan lainnya).

### 2.2.1 Analisa Dimensi

Besaran tak berdimensi dalam percobaan di laboratorium diperlukan untuk mencari hubungan variabel-variabel yang dominan terhadap penomena yang ada.  $\rho_s$ ,  $y$ ,  $h$ ,  $b$ ,  $t$ ,  $r_o$ ,  $g$ ,  $V$  adalah variabel yang saling terkait dan relevan terhadap penomena dan :

|          |                        |           |
|----------|------------------------|-----------|
| $\rho_s$ | = rapat massa butiran  | $g/cm^3$  |
| $y$      | = kedalaman gerusan    | cm        |
| $h$      | = tinggi aliran        | cm        |
| $b$      | = lebar dasar saluran  | cm        |
| $t$      | = lama pengaliran      | (mnt)     |
| $r_o$    | = jari-jari lengkungan | cm        |
| $g$      | = gravitasi            | $cm/dt^2$ |
| $V$      | = kecepatan aliran     | cm/dt     |

Untuk penyederhanaan penyelesaian masalah maka variabel yang sangat terkait dan lebih relevan terhadap penomena yang ditinjau dan dipakai, yang lainnya diabaikan. Sehingga variabel yang selanjutnya dipakai adalah  $\rho_s$ ,  $y$ ,  $h$ ,  $t$ ,  $g$ ,  $V$ .

Kelompok dasar variabel yang relevan menjadi :

|                    |       |            |
|--------------------|-------|------------|
| Variabel geometri  | $B_G$ | = $h$      |
| Variabel kimenatis | $B_k$ | = $V$      |
| Variabel dinamis   | $B_d$ | = $\rho_s$ |
| Variabel yang lain | $A_1$ | = $t$      |
|                    | $A_2$ | = $y$      |
|                    | $A_3$ | = $g$      |

Dengan penyelesaian lanjutan dipilih dimensi sistem MLT dan Metode Buckingham Nisbah  $\pi$ .

$$\pi_1 = (B_G)^{x_1} (B_k)^{y_1} (B_d)^{z_1} (A_1)$$

$$\pi_2 = (B_G)^{x_2} (B_k)^{y_2} (B_d)^{z_2} (A_2)$$

$$\pi_3 = (B_G)^{x_3} (B_k)^{y_3} (B_d)^{z_3} (A_3)$$

Melalui persamaan eksponensial dan menyeimbangkan  $\sum M = 0$   $\sum L = 0$   
 $\sum T = 0$  maka nisbah dapat diselesaikan.

Nisbah  $\pi_1$

$$\pi_1 = (B_G)^{x_1} (B_k)^{y_1} (B_d)^{z_1} (A_1) = (h)^{x_1} (V)^{y_1} (\rho s)^{z_1} (t)$$

$$M^0 L^0 T^0 = (L)^{x_1} (LT^{-1})^{y_1} (ML^{-3})^{z_1} (T)$$

$$M \rightarrow 0 = Z_1 \rightarrow Z_1 = 0$$

$$L \rightarrow 0 = x_1 + y_1 - 3z_1$$

$$x_1 = -y_1 \rightarrow x_1 = -1$$

$$T \rightarrow 0 = -y_1 + 1 \rightarrow y_1 = 1$$

$$\text{Jadi } \pi_1 = h^{-1} \cdot V^1 \cdot t \longrightarrow \pi_1 = \frac{Vt}{h}$$

Nisbah  $\pi_2$

$$\pi_2 = (B_G)^{x_2} (B_k)^{y_2} (B_d)^{z_2} (A_2) = (h)^{x_2} (V)^{y_2} (\rho s)^{z_2} (y)$$

$$M^0 L^0 T^0 = (L)^{x_2} (LT^{-1})^{y_2} (ML^{-3})^{z_2} (L)$$

$$M \rightarrow 0 = Z_2 \rightarrow Z_2 = 0$$

$$L \rightarrow 0 = x_2 + y_2 - 3z_2 + 1$$

$$x_2 = -y_2 - 1 \rightarrow x_2 = -1$$

$$T \rightarrow 0 = -y_2 \rightarrow y_2 = 0$$

$$\text{Jadi } \pi_2 = h^{-1} \cdot y \longrightarrow \pi_2 = \frac{y}{h}$$

Nisbah  $\pi_3$

$$\pi_3 = (B_G)^{x_3} (B_k)^{y_3} (B_d)^{z_3} (A_3) = (h)^{x_3} (V)^{y_3} (\rho s)^{z_3} (g)$$

$$M^0 L^0 T^0 = (L)^{x_3} (LT^{-1})^{y_3} (ML^{-3})^{z_3} (LT^{-2})$$



$$M \rightarrow 0 = Z_3 \rightarrow Z_3 = 0$$

$$L \rightarrow 0 = x_3 + y_3 - 3z_3 + 1$$

$$x_3 = -y_3 - 1 \rightarrow x_3 = 1$$

$$T \rightarrow 0 = -y_3 - 2 \rightarrow y_3 = -2$$

$$\text{Jadi } \pi_3 = h^1 \cdot V^{-2} \cdot g \longrightarrow \pi_3 = \frac{gh}{V^2}$$

Besaran tak berdimensi didapat nisbah dengan  $\pi_1 = \frac{Vl}{h}$ , nisbah  $\pi_2 = \frac{y}{h}$ ,

nisbah  $\pi_3 = \frac{gh}{V^2}$ . Konversi nisbah dalam bentuk praktis bahwa  $\pi_2$  sebagai

fungsi dari  $\pi_1$  dan  $\pi_3$  didapat :

$$\pi_2 = f(\pi_1, \pi_3)$$

$$\frac{y}{h} = f\left(\frac{Vl}{h}, \frac{gh}{V^2}\right)$$

$$y = h f\left(\frac{Vl}{h}, \frac{gh}{V^2}\right)$$

Besaran dalam bangunan air yaitu model sungai disusun dari tiga besaran dasar yaitu : massa (M), panjang (L) dan waktu (T), besaran-besaran tersebut antara lain :

- kecepatan aliran ( $LT^{-1}$ )
- debit aliran ( $L^3T^{-1}$ )
- volume ( $L^3$ )
- koefisiensi kekasaran chezy ( $L^{1/2}T^{-1}$ )
- bilangan Reynolds (tak berdimensi)
- bilangan Froude (tak berdimensi)

Bilangan Reynolds didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya inersia dan gaya kekentalan (viskositas), sedangkan bilangan Froude adalah akar perbandingan antara gaya inersia dan gaya gravitasi.

$$\text{Gaya inersia : } FI = M \cdot a = \rho L^3 U/t = \rho L^2 \cdot \frac{U}{t/L} = \rho L^2 U^2 \dots\dots\dots (2.5.1)$$

$$\text{Gaya kekentalan : } F_v = \tau A = \mu \frac{U}{L} L^2 = \mu UL \dots\dots\dots(2.5.2)$$

$$\text{Gaya gravitasi : } F_g = Mg = \rho L^3 g \dots\dots\dots(2.5.3)$$

Bila satuan L adalah beriakku pada ketinggian h, maka,

$$Re = \frac{\text{gaya inersia}}{\text{gaya kentalan}} = \frac{\rho L^2 U^2}{\mu UL} = \frac{\rho \cdot h^2 U^2}{\mu Uh} = \frac{\rho h U}{\mu}$$

$$Re = \frac{\text{gaya inersia}}{\text{gaya kentalan}} = \sqrt{\frac{\rho U^2 h^2}{\rho h^3 g}} = \sqrt{\frac{U^2}{gh}} = \sqrt{\frac{U}{gh}}$$

Keterangan :

Re = bilangan Reynolds

Fr = bilangan Froude

$\rho$  = rapat massa fluida air [ $ML^{-3}$ ]

$\mu$  = kekentalan kinematik fluida [ $ML^{-1}T^{-1}$ ]

h = kedalaman aliran [L]

g = percepatan gravitasi [ $LT^{-2}$ ]

Skala model ditetapkan untuk setiap besaran, skala  $n_s$  untuk suatu besaran didefinisikan sebagai berikut :

$$n_s = \frac{\text{nilai besaran } x \text{ pada protipe}}{\text{nilai besaran } x \text{ pada model}} = \frac{xp}{xm} \dots\dots\dots(2.5.4)$$

Penetapan skala suatu besaran dilakukan dengan dua cara yaitu :

- analisa dimensi
- uraian matematis

Analisa dimensi dilakukan dengan cara mencari hubungan antara besaran terhadap parameter yang ditinjau. Analisa ini bertujuan untuk mencari hubungan antara parameter yang ditinjau dengan besaran tak berdimensi bilangan Reynolds atau bilangan Froude.

Penetapan skala dengan cara matematis dilakukan dengan pencarian hubungan matematis parameter yang ditinjau terdapat parameter-parameter lainnya. Biasanya cara matematis lebih sering dipakai karena memberikan petunjuk tentang efek yang terjadi.

Efek skala yang terjadi apabila skala  $n_s$  tidak hanya tergantung pada atau merupakan fungsi dari skala-skala yang lain, tetapi juga berubah-ubah dalam model. Dalam studi model efek skala sebaiknya dihindari, karena pengaruh gravitasi sangat dominan dan pengaruh kekentalan diabaikan maka model menggunakan analisa dimensi.

### 2.2.2 Kesebangunan (Similaritas)

Perpindahan besaran yang ada pada prototif ke dalam besaran yang ada pada model, harus diperhatikan terhadap kesebangunan (*similitude*) antara model dengan prototif.

- ❖ Kesebangunan model fisik meliputi :
- ❖ Kesebangunan geometrik
- ❖ Kesebangunan kinematik
- ❖ Kesebangunan dinamik

#### a) Kesebangunan Geometrik

Kesebangunan geometrik disebut juga kesebangunan bentuk persyaratannya ialah bahwa model harus sebangun dengan prototifnya. Ini berarti bahwa semua besaran yang ada di model linier dengan besaran yang ada di prototif dihubungkan dengan suatu nilai konstanta :

$$\eta_L = \frac{L_p}{L_m}$$

Untuk skala besaran yang lain mengikuti hubungan tersebut, maka

$$\eta_A = \eta_L \cdot \eta_h \quad (\text{skala luas})$$

$$\eta_V = \eta_L^3 \eta_h \quad (\text{skala volume})$$

Dalam kesebangunan geometrik ada dua jenis model yang harus diketahui yaitu model distorsi dan model tak terdistorsi (*distorted and undistorted model*). Model terdistorsi adalah model dengan skala panjang dan skala tinggi tidak sama, sedang model tak terdistorsi skala panjang dan skala tinggi sama. Secara sederhana :

- model terdistorsi :  $\eta_L \neq \eta_h$
- model tak terdistorsi :  $\eta_L = \eta_h$

### b) Kesebangunan Kinematik

Kesebangunan kinematik disebut juga kesebangunan aliran, syaratnya yaitu pola aliran di model harus sebangun dengan pola aliran di prototip. Artinya bahwa kecepatan aliran di model dan di prototip harus sebanding di semua titik-titik yang ditinjau, yaitu :

$$\eta_L = \frac{t_p}{t_m} \quad (\text{skala waktu})$$

$$\eta_u = \frac{L_p/t_p}{L_m/t_m} = \frac{L_p/L_m}{t_p/t_m} = \eta_L \cdot \eta_t^{-1} \quad (\text{skala kecepatan})$$

$$\eta_a = \eta_L \cdot \eta_t^{-2} \quad (\text{skala percepatan})$$

$$\eta_q = \eta_L \cdot \eta_t^{-3} \quad (\text{skala debit})$$

### c) Kesebangunan Dinamik

Untuk memenuhi persyaratan kesebangunan kinematik, maka gaya-gaya yang bekerja pada model harus sebanding dengan gaya-gaya yang bekerja pada prototip. Ini akan terpenuhi bila model telah memenuhi persyaratan kesebangunan dinamik. Persyaratan kesebangunan dinamik yaitu jika perbandingan antara gaya yang bekerja pada model dan prototip mempunyai nilai yang konstan. Sebagai ukuran gaya pada model dan di prototipe biasanya dipakai suatu gaya imajiner yang disebut gaya inersia yang nilainya dapat berdasar persamaan berikut :

$$\text{Gaya inersia : } F_i = m \cdot a$$

$$MLT^{-1} = \rho L^3 L T^{-2} = \rho L^3 T^{-2}$$

$$\eta_{Fi} = \frac{m_p \cdot a_p}{m_m \cdot a_m} = \eta_p \cdot \eta_L^4 \cdot \eta_t^{-2}$$

### 2.2.3 Skala Model

Aliran air dengan permukaan bebas sangat dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya gesekan akibat pengaruh kekentalan fluida. Kedua pengaruh ini dicerminkan pada nilai dua besaran yang dominan pada aliran dalam pipa, sedangkan pengaruh gaya gravitasi dominan pada aliran dan di saluran terbuka seperti halnya di sungai.

Pengaruh gesekan dan gaya gravitasi ditemui pada aliran melalui bangunan sungai. Dalam studi model kedua hal tersebut perlu diperhatikan dalam penetapan skala. Pengaruh gesekan yang dominan mensyaratkan bahwa nilai bilangan Reynold di model dan prototif sama, atau  $n_{Re} = 1$ , sedangkan pengaruh gaya gravitasi yang dominan mensyaratkan bahwa nilai bilangan Froude di model dan prototif sama atau  $n_{Fr} = 1$ .

Dalam studi ini berkaitan dengan sifat aliran dimana pengaruh gaya gravitasi dominan, maka penskalaan didasarkan pada persyaratan  $n_{Fr} = 1$ .

$$(Fr)_m = (Fr)_p$$

$$\left( \frac{U}{\sqrt{gh}} \right)_m = \left( \frac{U}{\sqrt{gh}} \right)_p$$

$$\frac{U_m}{U_p} = \sqrt{\frac{g_m \cdot k_m}{g_p \cdot h_p}}$$

$$n_u = n_g^{1/2} \cdot n_h^{1/2}$$

Karena  $n_g = 1$  maka  $n_u = n_h$

Skala waktu diturunkan berdasarkan skala kecepatan tadi.

$$n_u = n_L \cdot n_t^{-1} \rightarrow n_u = n_h^{1/2}$$

$$n_u^{1/2} = n_L \cdot n_t^{-1} \rightarrow n_u = n_L \cdot n_h^{1/2}$$

Untuk model tak terdistorsi maka  $n_t = n_L^{1/2}$

Skala Chezy

$$\text{Formula Chezy : } U = C \sqrt{RI}$$

$$n_u = n_c \cdot n_L^{1/2} \cdot n_I \rightarrow n_I = 1 \text{ dan } n_u = n_L \cdot n_t^{-1}$$

$$n_c = n_L^{1/2} \cdot n_L^{-1/2} = 1$$

$$\text{Sehingga } n_u = n_L^{1/2}$$

Skala manning

$$\text{Formula manning : } U = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$n_U = \frac{1}{n_n} \cdot n_L^{2/3} \cdot n_I$$

$$\eta_L^{1/2} = \frac{1}{\eta_n} \cdot \eta_L^{2/3} \eta_I \rightarrow \eta_I = 1$$

$$\eta_u = \eta_L^{2/3} \eta_L^{1/2} \rightarrow \eta_u = \eta_L^{1/6}$$

Skala besaran-besaran lainnya ditetapkan dengan cara yang sama, sedangkan skala besaran yang perlu ditabelkan pada tabel 2. Skala model yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala *model terdistorsi*.

#### 2.2.4 Model Terdistorsi

Untuk pekerjaan-pekerjaan yang besar seperti sungai maupun bendungan, pembuatan model dapat dilakukan dengan besaran yang tidak setara benar dengan prototipnya. Hal ini agar ruang dan biaya yang diinginkan menjadi lebih kecil. Tetapi dapat menyebabkan diperolehnya kedalaman air hanya beberapa milimeter saja, demikian juga untuk kekasaran permukaan sehingga dapat menyebabkan kondisi terbuka tidak akan tercapai. Selain itu akan menyulitkan dalam pencatatan hasil percobaan karena besarannya terlalu kecil. Untuk itu dengan menggunakan skala model terdistorsi, yaitu model dimana skala dimensi vertikal tidak sama dengan skala dimensi horizontal.

Dalam pembuatan model terdistorsi dikenal apa yang dinamakan faktor distorsi atau laju distorsi "n" yang menyatakan hubungan antara skala horizontal terhadap skala vertikal.

$$n = LH/LV > 1 \text{ untuk model terdistorsi dan}$$

$$n = LG/LV = 1 \text{ untuk model tak terdistorsi}$$

Tabel 2.1.

Perbandingan model terdistorsi dan tak terdistorsi.

| No. | Orientasi fisik   | Satuan            | Tak terdistorsi | terdistorsi                                 |
|-----|-------------------|-------------------|-----------------|---|
| 1   | Panjang           | m                 | $n_L$           | $L_H$                                       |
| 2   | Lebar             | m                 | $n_L$           | $L_H$                                       |
| 3   | Tinggi/kedalaman  | m                 | $n_L$           | $L_V$                                       |
| 4   | Luas              | $m^2$             | $n_L^2$         | $L_H, L_V$ atau $L_H^2$                     |
| 5   | Volume            | $m^3$             | $n_L^3$         | $L_H^2 \cdot L_V$                           |
| 6   | Waktu             | dt                | $n_L^{-1/2}$    | $(L_H n)^{1/2} = (L_H^2/L_V)^{1/2}$         |
| 7   | Frekuensi         | L/dt              | $n_L^{-1/2}$    | $(L_H n)^{-1/2} = (L_H^2/L_V)^{-1/2}$       |
| 8   | Kecepatan         | m/dt              | $n_L^{1/2}$     | $(L_H/n) = L_V$                             |
| 9   | Percepatan        | m/dt <sup>2</sup> | $n_L^0$         | $1/n = L_V/L_H$                             |
| 10  | Debit             | $m^3/d$           | $n_L^{2.5}$     | $(L_H^{2.5}/n^{1.5}) = L_H^{2.5} L_V^{1.5}$ |
| 11  | Gaya              | N                 | $n_L^3$         | -   |
| 12  | Tekanan           | N/m <sup>2</sup>  | $n_L$           | $L_H/n = L_V$                               |
| 13  | Berat spesifik    | N/m <sup>3</sup>  | $n_L$           | $1/n = L_V/L_H$                             |
| 14  | Bilangan Reynolds | -                 | $n_L^{1.5}$     | $(L_H/n)^{1.5} = L_V^{1.5}$                 |

Keterangan :  $L_H$  = skala horisontal, dan  $L_V$ , skala vertikal

### 2.2.5 Material Pembentuk Dasar Saluran

Material yang digunakan dalam penelitian adalah material tidak berkoheesi (*non cohesive soil*). Dalam penelitian digunakan tipe gerusan pada air bersih (*clear water scour*) dan sedimen dasar yang bergerak sesuai dengan aliran yang direncanakan.

Persyaratan utama dalam suatu model dasar yang bergerak yaitu bahan dasar harus dapat bergerak (Yalin, 1972, Dake, 1982). Untuk menentukan bahan dasar bergerak dan tidak, dapat digunakan rumus sheilds (syarat  $\eta > \eta_c = 0,03$ ).

$$\frac{\rho_w \cdot U_*^2}{(\rho_s - \rho_w) d_s} = \eta_c \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan kecepatan geser butiran sebesar :

$$U_* = \sqrt{(g_* \cdot h_* \cdot I)} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan

$d_s$  = diameter butiran (m)

$g$  = percepatan gravitasi (m/dt)

$h$  = kedalaman aliran (m)

$I$  = kemiringan dasar saluran arah memanjang

$\rho_s$  = rapat massa butiran (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_w$  = rapat massa fluida air (kg/m<sup>3</sup>)

$U_*$  = kecepatan geser butiran (m/dt)

Apabila kecepatan geser kritis ( $U_{*cr}$ ) dari partikel bahan dasar lebih besar dari kecepatan butiran ( $U_*$ ), maka bahan dasar tersebut tidak bergerak. Bila terjadi sebaliknya, kecepatan geser kritis butiran ( $U_{*cr}$ ), dari partikel bahan dasar lebih kecil dari kecepatan geser butiran ( $U_*$ ), maka dapat dipastikan bahwa bahan dasar tersebut bergerak.

### 2.3 Analisa Regresi Linier

Bila dua variabel berpasangan misal  $X$  dan  $Y$  dimana harga  $Y$  akan bergantung dari harga  $X$  digambarkan dalam suatu hubungan, maka akan diperoleh garis kurva linier sederhana dalam suatu persamaan regresi garis lurus sebagai berikut (Alfredo H.S.Ang, 1987).

$$E(Y | X = x) = \alpha + \beta x \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah konstanta

$Y$  varian bebas atau merupakan fungsi dari  $X$

Dari persamaan tersebut di atas akan didapat beberapa garis lurus, tergantung nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  yang ditinjau dari data yang ada. Untuk memperoleh garis lurus yang melalui titik-titik data dengan kesalahan terkecil, digunakan metode kuadrat terkecil (*method of least squares*) sebagai berikut :



$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta X_i)^2$$

yang selanjutnya akan menghasilkan persamaan berikut :

$$\frac{\partial \Delta^2}{\partial \alpha} = \sum_{i=1}^n 2(y_i - \alpha - \beta X_i)(-1) = 0$$

$$\frac{\partial \Delta^2}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n 2(y_i - \alpha - \beta X_i)(-X_i) = 0$$

dan kita peroleh perkiraan kuadrat terkecil dari  $\alpha$  dan  $\beta$ ,

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum y_i - \frac{\hat{\beta}}{n} \sum X_i = \bar{Y} - \hat{\beta} \bar{X} \dots\dots\dots (2.12)$$

dan

$$\hat{\beta} = \frac{\sum X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_i^2 - n \bar{X}^2} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (2.13)$$

yang mana :  $\sum = \sum_{i=1}^n$

Sehingga garis regresi kuadrat terkecil adalah :

$$E(Y|X) = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X \dots\dots\dots (2.14)$$

Persamaan tadi disebut sebagai regresi Y terhadap X. Jika X dan Y keduanya merupakan variabel acak, kita juga bisa memperoleh regresi kuadrat terkecil X terhadap Y dengan menggunakan prosedur yang sama. Dalam kasus yang terakhir, akan didapat persamaan regresi untuk  $E(X|Y)$ . Dan secara umum persamaan regresi ini berbeda dengan  $E(X|Y)$ , namun kedua garis regresi ini selalu berpotongan di  $(\bar{X}, \bar{Y})$ .

Untuk kasus masalah varians bersyarat  $\text{Var}(Y|X)$  dianggap konstan dalam rentang X yang ditinjau, perkiraan varian yang tidak bias tetap adalah :

$$\begin{aligned} S_{y|x}^2 &= \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i')^2 \\ &= \frac{1}{n-2} \left[ \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2 - \beta \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right] \dots\dots\dots (2.15) \end{aligned}$$

Selanjutnya perhatikan bahwa :

$$S_{y|x}^2 = \frac{\Delta^2}{n-2} \dots\dots\dots (2.16)$$

Jadi deviasi standar bersyarat yang bersangkutan adalah  $S_{y|x}$

Koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  dan  $S_{y|x}^2$  masing-masing adalah taksiran dari nilai  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\text{Var}(Y|X)$  yang sesungguhnya. Jika diasumsikan bahwa  $Y$  mempunyai distribusi normal terhadap garis regresi  $E(Y|X)$  untuk semua nilai  $X$ , maka  $\alpha$  dan  $\beta$  masing-masing memiliki distribusi  $-1$ . Dalam hal ini nilai regresinya  $E(Y|X) = \alpha + \beta X$  juga akan mempunyai distribusi  $-1$ . Berdasarkan hal ini selang keyakinan yang diinginkan dapat ditentukan, perlu dicatat bahwa selang untuk  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E(Y|X)$  dan  $\text{Var}(Y|X)$  akan menurun sesuai dengan bertambahnya  $n$ .

Pengaruh nyata dari regresi linier  $Y$  terhadap  $X$  dapat diukur dengan asal  $Y$ ,  $S_y^2$ , yang didapat dengan memperhitungkan kecenderungan umum pada  $X$ .

Reduksi ini dinyatakan dengan :

$$r^2 = 1 - \frac{S_{y|x}^2}{S_y^2} \dots\dots\dots (2.17)$$

dan nilai  $r = 1 - S_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$  adalah variasi sampel  $Y$

### 2.3.1 Regresi dengan Varian Normal

Anggapan tentang model linier dan konstannya variasi yang mendesain regresi linier pada hakekatnya adalah sifat bawaan populasi yang keduanya normal jika  $X$  dan  $Y$  keduanya mempunyai distribusi normal, maka nilai tengah dari varian bersyarat  $Y$  bila  $X = x$  adalah sebagai berikut :

$$E(Y | X) = \mu_Y + \rho \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} (X - \mu_X)$$

$$\text{Var}(Y | X) = \sigma_y^2 (1 - \rho^2) \text{ dengan } \rho \text{ pada koefisien korelasi.}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa jika kedua varian bersifat normal, regresi  $Y$  terhadap  $X$  akan linier dengan varians bersyarat yang konstan (yaitu, tidak

bergantung pada X) dalam kasus ini persamaannya akan seperti  $E(Y|X=x)$   
 $= \alpha + \beta x$  dengan  $\beta = \rho \frac{\sigma_Y}{\sigma_X}$  dan  $\alpha = \mu_Y - \beta \mu_X$ .

Untuk nilai  $\alpha$  dan  $\beta$  dapat dibandingkan dengan perkiraan kuadrat terkecil pada :

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum Y_i - \frac{\hat{\beta}}{n} \sum X_i = \bar{Y} - \hat{\beta} \bar{X}$$

dan

$$\hat{\beta} = \frac{\sum X_i Y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_i^2 - n \bar{X}^2} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

### 2.3.2 Regresi Linier Berganda

Nilai dari suatu variabel rekayasa dapat tergantung dari beberapa faktor, dengan demikian purata dan varians dari variabel tak bebas akan merupakan fungsi dari nilai-nilai beberapa variabel. Jika fungsi purata dimisalkan linier maka analisis yang dihasilkan dikenal sebagai regresi linier berganda (multiple linear regression).

Analisis regresi linier untuk lebih dari dua variabel merupakan perluasan umum dari analisa regresi. Apabila Y adalah variabel tak bebas yang sedang ditelaah, dan merupakan fungsi linier dari m variabel  $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Pemecahan lanjutnya adalah :

Asumsi yang mendasari analisis regresi berganda diberikan sebagai berikut :

1. Nilai purata Y merupakan fungsi linier dari  $X_1, X_2, \dots, X_m$  yaitu :

$$E(Y|X_1, \dots, X_m) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m \dots \dots \dots (2.18)$$

dan nilai  $\beta_0$  dan  $\beta_1, \dots, \beta_m$  adalah konstanta yang ditentukan dari data pengamatan.

2. Varians bersyarat Y untuk  $x_1, x_2, \dots, x_m$  yang diketahui adalah konstan, yaitu  $\text{Var}(Y|x_1, x_2, \dots, x_m) = \sigma^2$

atau berbanding lurus terhadap fungsi yang diketahui dari  $x_1, x_2, \dots, x_m$  yakni :

$$\text{Var}(Y|x_1, x_2, \dots, x_m) = \sigma^2 g^2(x_1, x_2, \dots, x_m)$$

Maka analisis regresi menentukan taksiran untuk  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$  dan  $\sigma^2$  berdasarkan sekumpulan data pengamatan  $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{mi})$  dan  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Maka persamaan (2, ... ) dapat ditulis sebagai berikut :

$$E(Y|x_1, \dots, x_m) = \alpha + \beta_1(x_i - \bar{x}_i) + \dots + \beta_m(x_m - \bar{x}_m) \dots \dots \dots (2.19)$$

Harga  $\bar{x}_i$  merupakan purata sampel dari  $x_i$  dan  $\alpha$  merupakan konstanta yang disesuaikan kembali. Sehingga dalam hal ini kita membatasi penurunan rumus-rumus hanya untuk kasus varians bersyarat.

$\text{Var}(Y|x_1, \dots, x_m)$  adalah konstan.

Penjumlahan dari kesalahan kuadrat dari sejumlah  $n$  titik / data dapat menjadi :

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \\ &= \sum_{i=1}^n [Y_i - \alpha - \beta_1(X_{i1} - \bar{X}_1) - \dots - \beta_m(X_{im} - \bar{X}_m)]^2 \dots \dots \dots (2.20) \end{aligned}$$

Menurut kriteria kuadrat terkecil, kita meminimumkan  $\Delta^2$  untuk mendapat sistim persamaan berikut, yang dapat digunakan untuk menghitung  $\alpha$  dan  $\beta_j$  dengan  $j = 1, 2, \dots, m$

$$\frac{\partial \Delta^2}{\partial \alpha} = 2 \sum [Y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}_1(X_{i1} - \bar{X}_1) - \dots - \hat{\beta}_m(X_{im} - \bar{X}_m)] = 0$$

$$\frac{\partial \Delta^2}{\partial \beta_1} = 2 \sum \{Y_i - \alpha - \beta_1(X_{i1} - \bar{X}_1) - \dots - \beta_m(X_{im} - \bar{X}_m)\}(X_{i1} - \bar{X}_1) = 0$$

$$\frac{\partial \Delta^2}{\partial \beta_j} = 2 \sum \{Y_i - \alpha - \beta_1(X_{i1} - \bar{X}_1) - \dots - \beta_m(X_{im} - \bar{X}_m)\}(X_{ij} - \bar{X}_j) = 0$$

dengan :

$$\sum = \sum_{i=1}^n$$

Dari persamaan pertama kita peroleh :

$$\sum Y_i - n\hat{\alpha} - \hat{\beta}_1 \sum (X_{i1} - \bar{X}_1) - \dots - \hat{\beta}_m \sum (X_{im} - \bar{X}_m) = 0$$

dan

$$\sum (X_{i1} - \bar{X}_1) = \dots = \sum (X_{im} - \bar{X}_m) = 0, \text{ sehingga didapat}$$

$$\alpha = \frac{\sum Y_i}{n} = \bar{Y} \dots \dots \dots (2.21)$$

$$\text{Masukan nilai } \alpha = \frac{\sum Y_i}{n} = \bar{Y} \dots \dots \dots (2.22)$$

dan didapat :

$$\begin{aligned} & \hat{\beta}_1 \sum (X_{i1} - \bar{X}_1)^2 + \hat{\beta}_1 \sum (X_{i1} - \bar{X}_1)(X_{i2} - \bar{X}_2) + \dots \\ & \dots + \hat{\beta}_m \sum (X_{i1} - \bar{X}_1)(X_{im} - \bar{X}_m) = \sum (X_{i1} - \bar{X}_1)(Y_i - \bar{Y}) \\ & \hat{\beta}_1 \sum (X_{im} - \bar{X}_m)(X_{i1} - \bar{X}_1) + \hat{\beta}_2 \sum (X_{im} - \bar{X}_m)(X_{i2} - \bar{X}_2) + \dots \\ & \dots + \hat{\beta}_m \sum (X_{im} - \bar{X}_m)^2 = \sum (X_{im} - \bar{X}_m)(Y_i - \bar{Y}) \dots \dots \dots (2.23) \end{aligned}$$

Dapat diamati bahwa ini merupakan sekumpulan m persamaan linier simultan yang melibatkan m besaran  $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_m$

Penyelesaian persamaan ini lanjutnya mendapatkan koefisien-koefisien  $\beta_1, \beta_2 \dots, \beta_m$  yang kemudian digunakan untuk memperoleh persamaan regresi kuadrat terkecil.

$$\begin{aligned} E(Y|x_1, \dots, x_n) &= \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 (X_{i1} - \bar{X}_1) + \dots + \hat{\beta}_m (X_{im} - \bar{X}_m) \\ &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \dots + \hat{\beta}_m X_m \dots \dots \dots (2.24) \end{aligned}$$

dengan :

$$\hat{\beta}_0 = \hat{\alpha} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \dots - \hat{\beta}_m \bar{X}_m$$

Varians dari Y terhadap fungsi ini yaitu  $\text{Var}(Y|x_1, \dots, X_m)$  merupakan pengukur dari depresi bersyarat terhadap persamaan regresi. Taksiran yang tidak bias dari varians bersyarat adalah :

$$S^2_{y|x_1, \dots, x_m} = \frac{\Delta^2}{n-m-1} = \frac{\sum [y_i - \hat{\alpha} - \hat{\beta}_1(X_{1i} - \bar{X}_1) - \dots - \hat{\beta}_m(X_{mi} - \bar{X}_m)]^2}{n-m-1} \dots (2.25)$$

Deviasi standar bersyarat yang bersangkutan adalah :

$$S^2_{y|x_1, \dots, x_m} = \frac{\Delta^2}{\sqrt{n-m-1}} \dots (2.26)$$

Jelaslah kiranya bahwa persamaan standar deviasi di atas berlaku hanya jika ukuran jumlah n lebih besar dari m + 1.

Asumsi distribusi normal untuk Y dapat dipakai untuk menetapkan selang keyakinan pada koefisien regresi dan untuk menghitung probabilitas yang berkenaan dengan variabel acak Y.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

Pelaksanaan pengujian dilakukan di laboratorium Pengaliran Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang, dengan memakai model saluran terbuka dan tampang morfologi sungai.

Ruangan yang ada di dalam laboratorium, selain dipakai untuk model saluran terbuka dengan panjang ruas yang mencukupi juga digunakan untuk penempatan perlengkapan lainnya. Seperti halnya bak kontrol, bak penerang dan bak pengatur muka air hilir. Untuk model morfologi sungai atau saluran terbuka dibuat dengan tampang model lurus dan berbelok, dengan sudut belokan  $\theta = 90^\circ$  dan jari jari tikungan  $R_{C1} = 50$  cm, dan  $R_{C2} = 75$  cm dan lebar dasar saluran  $w = 50$  cm. Bahan dasar pembentuk saluran adalah material tak berkoheisi dengan ketebalan dasar rata-rata 10 cm yang dibuat di atas papan yang dilajuri plastik agar tidak bocor sehingga selama pengujian/running tak terjadi kehilangan air. Kemiringan talud saluran horizontal vertikal adalah 1:1,5.

Perlengkapan yang lain pada model yang diperlukan adalah bak kontrol pengatur debit konstan, bak penenang (bak kalibrasi), bak pengatur muka air, alat ukur berupa "*point gauge*" untuk mengukur kedalaman dasar saluran. Guna kelancaran sistem sirkulasi air dipakai pompa dengan kapasitas 6 liter/detik dan sirkulasi air dengan cara tertutup. Alat ukur debit aliran dipakai alat ukur Thomson yang sebelumnya dikalibrasi dahulu. Skema penempatan bangunan pelengkap pada model dapat dilihat pada lampiran gambar 3.1.

#### 3.2 Analisa Skala Model

Rancangan model saluran dibuat dengan skala model terdistorsi, dimana skala horizontal tidak sama dengan skala vertikal. Sesuai dengan skala model tersebut maka dapat ditentukan besaran-besaran model sebagai berikut.

### Dimensi Model Sungai

|  |    |   |
|--|----|---|
| - Lebar sungai (dasar)                         | bm | = 0,50 m                                      |
| - Tinggi air                                   | hm | = 0,08 m                                      |
| - Luas penampang basah                         | Am | = 0,04 m                                      |
| - Keliling basah                               | Pm | = 0,7884 m                                    |
| - Jari jari hidrolis $R_m = A_m/P_m$           |    | = 0,0507 m                                    |
| - $H_m = 1.25 h_m$                             |    | = 0,10 m                                      |
| - Bilangan Reynolds $Re = (U_m \cdot R_m)/\nu$ |    | = 13.950 > 12500 $\nu$ = kekentalan kinematik |
| - im   |    | = 0,002                                       |
| - Waktu tr                                     |    | = 15 mnt                                      |

### 3.3 Langkah-langkah Penelitian

#### 3.3.1 Persiapan Bahan

- ❖ Pembuatan model saluran dengan lebar dasar 50 dan jari jari  $R_1 = 50$  cm dan  $R_2 = 75$  cm dengan bahan material tak berkohesi, dan kemiringan talud  $V/h = 2 : 1$
- ❖ Air bersih di bak penampungan
- ❖ Form pencatatan data

#### 3.3.2 Persiapan Alat Laboratorium

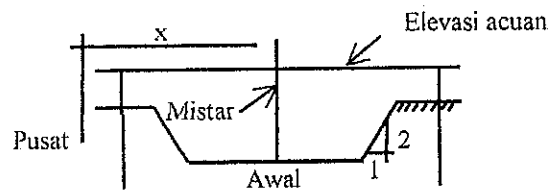
- Periksa alat pompa air dan dicoba
- Bak penenang dan peredam energi agar aliran seragam
- Bangunan ukur debit Thompson dikalibrasi
- Pengatur waktu (*stop watch*) dan *file scala* dan gelas ukur
- Mistar dan *point gauge*
- *Current meter*

#### 3.3.3 Data yang Diambil

##### a) Sebelum pengaliran

- ♦ Kondisi awal saluran, elevasi dan kemiringan talud tiap seksi yang ditinjau
- ♦ Pantauan debit aliran melalui tinggi air pada alat ukur debit Thompson ( $h_T$ ).

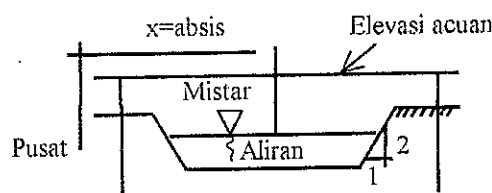




Gambar 3.a. Pengukuran elevasi dasar saluran kondisi awal

b) Saat pengaliran data yang diambil

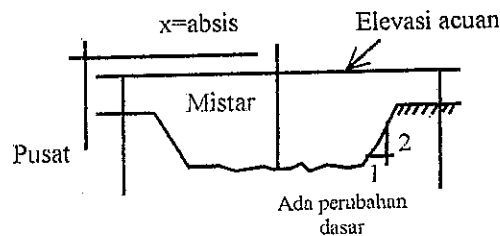
- ♦ Ketinggian aliran di tempat yang ditinjau (awal dan tengah serta akhir tikungan)
- ♦ Pengukuran kecepatan dengan alat current meter di awal tengah, akhir tikungan yang ditinjau dengan 3 tempat pengukuran kecepatan tiap potongan melintang



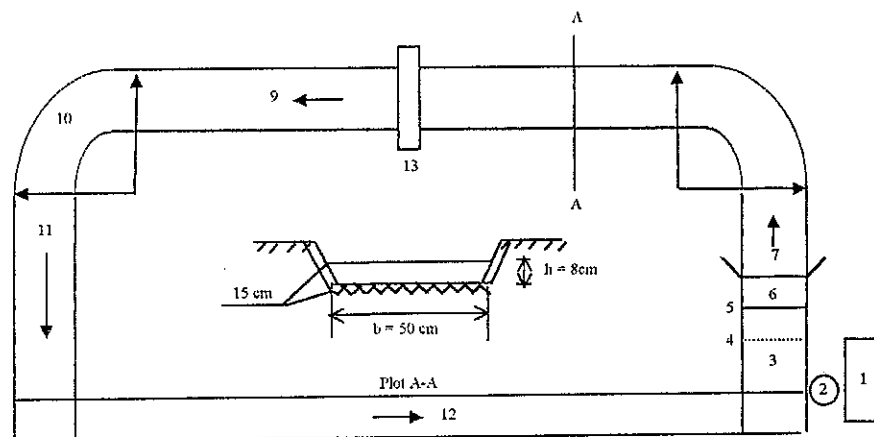
Gambar 3.b. Pengukuran elevasi muka air

c) Sesudah pengaliran data diambil

- ♦ Untuk pengaliran selama 15, 30 dan 45 dan 60 menit data elevasi tiap tinjauan potongan melintang diambil sampai daerah luar tikungan sejauh 100cm
- ♦ Untuk ruming selama 60 menit, selain data seperti tersebut di atas masih dilengkapi dengan pengambilan sampel geser dan sedimen di daerah akhir tikungan dengan jarak 0-25; 25-50; 75-100 untuk diperiksa analisa butirannya.



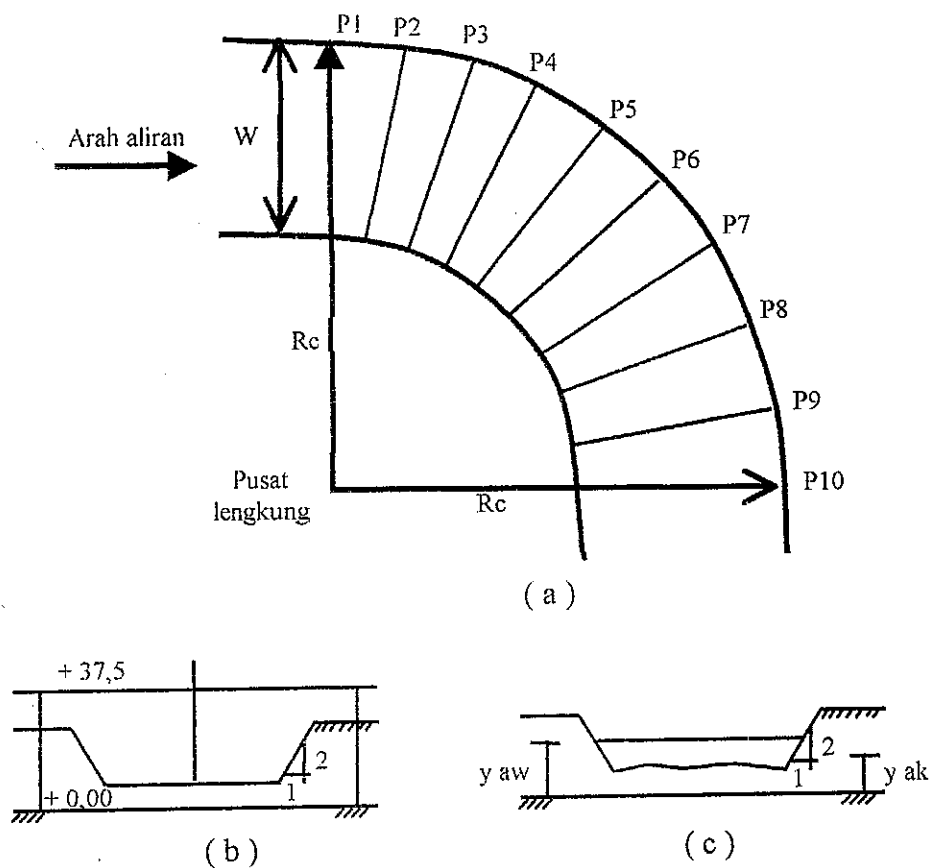
Gambar 3.c. Pengukuran elevasi dasar saluran sesudah pengaliran



Gambar 3.1. Skema Model Saluran Terbuka

Keterangan gambar :

1. Kolam tandon air
  2. Pompa
  3. Bak tampung
  4. Kisi-kisi penenang air
  5. Alat ukur debit *Thompson*
  6. Bak penenang
  7. Saluran lurus I
  8. Belokan I
  9. Saluran lurus II
  10. Belokan II
  11. Saluran lurus III (pembuang)
  12. Saluran sirkulasi
  13. Alat ukur ke dalam gerusan (*point gauge*)
- $R_c$  = jari jari belokan sungai



Gambar 3.2 a.  $P_1, P_2, \dots$  Profil yang diukur ( $R_c = 50$  dan  $R_c = 75$ )  
 b. Skema pengukuran elevasi pada setiap profil  
 c. Perubahan elevasi dasar sebelum dan sesudah pengaliran

## **BAB IV**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **4.1. Umum**

Sesuai tujuan penelitian ini, pengujian model hidrolik dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian pada tikungan saluran. Pelaksanaan penelitian dengan mengacu pada rancangan yang telah disetujui, guna mendapatkan data sebagai bahan kajian.

Model fisik ini dimaksudkan untuk mempelajari dan mengetahui pola gerusan pada tikungan luar saluran dengan variasi tinggi aliran (h) dan durasi pengaliran (t) serta pengamatan elevasi muka air dititik pengamatan dilakukan secara manual. Gambaran gerusan yang ada pada tikungan diperoleh dari model hidrolik ini, merupakan gerusan rerata dari beberapa pengujian secara umum untuk pelaksanaan pengujian adalah :

- a) Kalibrasi alat ukur debit Thompson dan pengukuran tinggi
- b) Pembuatan model saluran
- c) Pengukuran data elevasi dasar saluran (awal)
- d) Pengukuran tinggi aliran pada alat ukur debit Thompson
- e) Pengaliran air ke model dan tinggi alir
- f) Pengukuran kecepatan aliran dengan waktu alir tinggi
- g) Pengukuran pengaliran
- h) Pengukuran data elevasi dan saluran sesudah pengaliran
- i) Verifikasi dan analisa data

#### **4.2. Kalibrasi Pengukuran Debit**

Kalibrasi terhadap alat ukur Debit Thompson dimaksudkan untuk menentukan koefisien debti Cd berdasarkan rumus debit :

$$Q = (8/15) \times Cd \times h_t^{2.5} \times (2g)^{0.5} \quad (4.1.)$$

Keterangan :

- Q = debit  
Cd = koefisien debit  
 $H_t$  = tinggi aliran air pada alat Thompson  
G = gravitasi

Untuk menentukan nilai Cd dari persamaan di atas, harus diketahui besarnya tinggi aliran air ( $h_t$ ) pada alat ukur debit. Agar diperoleh hasil Cd yang teliti maka dilakukan pengukuran tinggi  $h$ , dan Q yang berbeda-beda.

Dari hasil pengkalibrasian diperoleh koefisien debit Cd rata-rata dan dipergunakan dalam penelitian ini yaitu  $Cd = 0,893$ .

Tabel 4.1.

Data Kalibrasi Thompson

| No | Tinggi (cm) | Waktu (dt) | Volume (ltr) | Debit (ltr/dt) |
|----|-------------|------------|--------------|----------------|
| 1  | 9,6         | 1,9        | 12,0         | 6,316          |
| 2  | 9,6         | 2,0        | 12,26        | 6,13           |
| 3  | 9,6         | 2,0        | 12,00        | 6,00           |
| 4  | 9,6         | 2,6        | 13,16        | 5,62           |
| 5  | 9,6         | 2,0        | 12,10        | 6,05           |

#### 4.3. Debit Aliran

Dimensi model dan kemampuan pompa menentukan debit maksimum yang dapat dialirkan. Debit maksimum diperoleh pada tinggi air di alat ukur debit Thompson  $h_t = 13$  cm dalam pengaliran ini dilakukan 5 (lima) variasi tinggi aliran  $h_t$ .

Tabel 4.2.

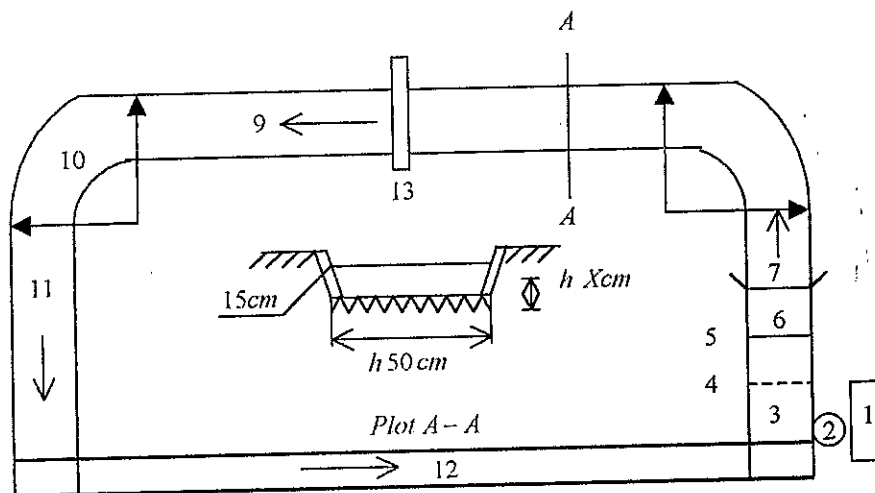
Debit Saluran

| Tinggi air ( $h_t$ )<br>(cm) | Debit $Q = (8/15) \times C_d \times h_t^{2,5} \times (2g)^{0,5}$<br>( $\text{cm}^3/\text{dt}$ ) |
|------------------------------|---|
| 7                            | 2734,92   |
| 8,5                          | 4443,72   |
| 10                           | 6671,13   |
| 11,5                         | 9461,16   |
| 13                           | 12854,59  |

#### 4.4. Pembuatan Model

Model saluran dibuat seperti skema pada Gambar 4.1 dan durasi model disesuaikan ruangan yang ada (model dibuat pada ruangan tertutup) di Laboratorium Pengaliran Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.

Model saluran dibuat dengan dimensi seperti pada Tabel 4.1



Gambar 4.1. Model Saluran Terbuka

Keterangan gambar :

1. Kolam tandon air
2. Pompa
3. Bak tampung
4. Kisi-kisi penenang air
5. Alat ukur debit Thompson
6. Bak penenang
7. Saluran lurus I
8. Belokan I
9. Saluran lurus II
10. Belokan II
11. Saluran lurus III (pembuang)
12. Saluran sirkulasi
13. Alat ukur ke dalam gerusan (*point gauge*)
14.  $R_c$  = jari-jari belokan sungai

**Tabel 4.3.**  
**Data Saluran Percobaan**

| No | Saluran                      | Notasi          | Model    | Satuan              |
|----|------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| 1  | Lebar saluran                | B               | 50       | cm                  |
| 2  | Tinggi tebing                | H               | 10       | cm                  |
| 3  | Tinggi aliran air (Thompson) | h               | -        | cm                  |
|    |                              | m               | 7        | cm                  |
|    |                              | h <sub>2</sub>  | 8,5      | cm                  |
|    |                              | h <sub>3</sub>  | 10       | cm                  |
|    |                              | h <sub>4</sub>  | 11,5     | cm                  |
|    |                              | h <sub>5</sub>  | 13       | cm                  |
| 4  | Rc (jari-jari tikungan)      |                 |          | cm                  |
|    |                              | Rc <sub>1</sub> | 50       | cm                  |
|    |                              | Rc <sub>2</sub> | 75       | cm                  |
| 5  | Debit aliran                 | Q               | -        | cm <sup>3</sup> /dt |
|    |                              | Q <sub>1</sub>  | 2734,92  | cm <sup>3</sup> /dt |
|    |                              | Q <sub>2</sub>  | 4443,72  | cm <sup>3</sup> /dt |
|    |                              | Q <sub>3</sub>  | 6671,13  | cm <sup>3</sup> /dt |
|    |                              | Q <sub>4</sub>  | 9461,16  | cm <sup>3</sup> /dt |
|    |                              | Q <sub>5</sub>  | 12854,59 | cm <sup>3</sup> /dt |
| 6  | Kecepatan                    | V               | -        | cm/dt               |
|    |                              | V <sub>1</sub>  | 18,38    | cm/dt               |
|    |                              | V <sub>2</sub>  | 23,46    | cm/dt               |
|    |                              | V <sub>3</sub>  | 28,24    | cm/dt               |
|    |                              | V <sub>4</sub>  | 30,42    | cm/dt               |
|    |                              | V <sub>5</sub>  | 31,22    | cm/dt               |
| 7  | Kemiringan saluran           | I               | 0,001    | -                   |
| 8  | Kemiringan talud (V : h)     | M               | 2        | -                   |
| 9  | Gravitasi                    | G               | 981      | cm/dt <sup>2</sup>  |
| 10 | Waktu pengaliran             | t               | -        | menit               |
|    |                              | t <sub>1</sub>  | 15       | menit               |
|    |                              | t <sub>2</sub>  | 30       | menit               |
|    |                              | t <sub>3</sub>  | 45       | menit               |
|    |                              | t <sub>4</sub>  | 60       | menit               |



#### 4.5. Pengambilan Data

Data konfigurasi dasar saluran merupakan data utama yang diperlukan, disamping data pendukung yang lain seperti, data kalibrasi debit Thompson, data kecepatan saat pengaliran air.

Setelah pengujian selesai setiap prosesnya langsung dilakukan pengambilan data dan diukur secara manual, pengukuran data konfigurasi dasar saluran sesuai Gambar 3.2. dan dibuat tabel data profil saluran.

Contoh pengambilan data pada Tabel 4.4

Tabel 4.4.

Data pengukuran profil saluran awal ( $R_c = 50$   $h_t = 10$   $t = 0$  mnt)

| Rc<br>(cm) | Sudut | ro<br>(cm) | Titik | X<br>(cm) | H<br>(cm) | HR<br>(cm) |
|------------|-------|------------|-------|-----------|-----------|------------|
| 50         | 90    | 80         | P1    |           |           |            |
|            |       |            | 1     | 15        | 19.20     | 18.30      |
|            |       |            | 2     | 20        | 19.71     | 17.79      |
|            |       |            | 3     | 25        | 28.36     | 9.14       |
|            |       |            | 4     | 30        | 28.36     | 9.14       |
|            |       |            | 5     | 35        | 28.35     | 9.15       |
|            |       |            | 6     | 40        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 7     | 45        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 8     | 50        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 9     | 55        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 10    | 60        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 11    | 65        | 28.36     | 9.14       |
|            |       |            | 12    | 70        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 13    | 75        | 28.37     | 9.13       |
|            |       |            | 14    | 80        | 19.80     | 17.70      |
|            |       |            | 15    | 85        | 19.79     | 17.71      |
|            |       |            | 16    | 90        | 19.60     | 17.90      |

#### 4.6. Kedalaman Aliran (h)

Kalibrasi kedalaman aliran (h) dilakukan agar diperoleh kedalaman aliran. Kedalaman aliran diukur pada saat pengaliran air, untuk mendapatkan kedalaman aliran rata-rata (hr) yang terjadi dilakukan dengan menggunakan point gaug. Kedalaman aliran air rata-rata pada akhir  $Q = 128'4,59 \text{ cm}^3/\text{dt}$  adalah hr 7,65cm.

**Tabel 4.5**  
**Ketinggian Aliran Air ( $h_t$ )**

| Rc | Profil          | El. Saluran (cm) | El. Muka Air (cm) | Tinggi Aliran $h_t$ (cm) |
|----|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| 50 | P <sub>1</sub>  | 27,62            | 19,98             | 7,64                     |
|    | P <sub>10</sub> | 27,60            | 20,05             | 7,55                     |
|    | P <sub>19</sub> | 27,46            | 19,74             | 7,74                     |
| 75 | P <sub>1</sub>  | 28,71            | 21,40             | 7,31                     |
|    | P <sub>10</sub> | 28,80            | 21,18             | 7,62                     |
|    | P <sub>19</sub> | 29,10            | 21,08             | 8,02                     |

#### 4.7. Kecepatan Aliran Air (V)

Kecepatan aliran (V) adalah kecepatan aliran air yang terjadi di saluran saat dilakukan pengujian. Kecepatan aliran diukur dengan alat pengukur kecepatan aliran current meter seri A-OTT.3-44516 (Produksi Jerman) dengan rumusan kecepatan :

$$V = 0,2535n + 0,005 \quad (4.2)$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran (m/dt)

n = jumlah putaran bolang-baling/detik

Pelaksanaan pengukuran kecepatan dilaksanakan di 3 (tiga) posisi yaitu : ditepi kin, di tengah saluran, dan ditepi kanan dengan perletakan alat ukur current meter 0,6  $h_1$  dari dasar saluran untuk pengukuran dengan satu titik (Petunjuk Praktikum Hidrolika, Laboratorium Pengaliran Universitas Diponegoro Semarang). Kecepatan aliran yang dipakai adalah kecepatan aliran rata-rata (V) dan diperoleh nilai  $V = 31,76 \text{ cm/detik}$ .

Alat ukur current meter 0,6 h dari dasar saluran untuk pengukuran dengan satu titik (Petunjuk Praktikum Hidrolika, Laboratorium Pengaliran Universitas Diponegoro Semarang) Kecepatan aliran yang dipakai adalah kecepatan aliran rata-rata (V) dan diperoleh nilai  $V = 31,56$  cm/detik.

**Tabel 4.6**  
**Kecepatan Aliran (V)**

| Rc | Sudut | Posisi | Data N<br>(jumlah putaran<br>dalam 30 dt) | n<br>(N/60) | V<br>(m/dt) |
|----|-------|--------|---|-------------|-------------|
| 50 | 90    | Kiri   | 34  | 1,133       | 29,22       |
|    |       | Tengah | 38  | 1,267       | 32,62       |
|    |       | Kanan  | 43  | 1,433       | 36,82       |
|    | 0     | Tengah | 35  | 1,200       | 30,92       |
|    |       | Kanan  | 30  | 1,000       | 25,85       |
|    |       | Kanan  | 36  | 1,200       | 30,92       |
| 75 | 90    | Kiri   | 34  | 1,133       | 29,22       |
|    |       | Tengah | 40  | 1,333       | 34,99       |
|    |       | Kanan  | 40  | 1,333       | 34,29       |
|    | 0     | Kiri   | 35  | 1,167       | 30,08       |
|    |       | Tengah | 38  | 1,267       | 32,62       |
|    |       | Kanan  | 37  | 1,233       | 31,76       |

#### 4.8. Verifikasi Model Saluran

Guna mendapatkan model saluran yang mendekati model saluran tersebut perlu diverifikasi. Verifikasi dititikberatkan pada pengamatan dan pengukuran gerusan dasar saluran pada tikungan akibat adanya aliran air dan durasi aliran. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan besarnya gerusan dasar pada tikungan saluran hasil penelitian dengan persamaan gerusan pada tikungan yang ada (Persamaan 2.8 dari Ripley). Persamaan gerusan adalah perkiraan maksimal gerusan yang dapat terjadi pada tikungan, sehingga bila gerusan hasil laboratorium lebih kecil dari hasil perhitungan maka saluran tersebut dianggap mendekati kebenaran. Periksa Tabel 4.9.

Pengujian dilakukan dengan variasi campuran bahan dasar pembentuk saluran. Dari 3 variasi campuran material dasar, maka diperoleh campuran bahan dasar saluran dengan perbandingan volume : pasir Muntilan, pasir halus, dari Kali Banjir Kanal Barat Semarang (latri) adalah 1:3 dan lolos diameter ayakan 1,0 mm.

**Tabel 4.7.**

**Uji Campuran Material Dasar Pembentuk Saluran**

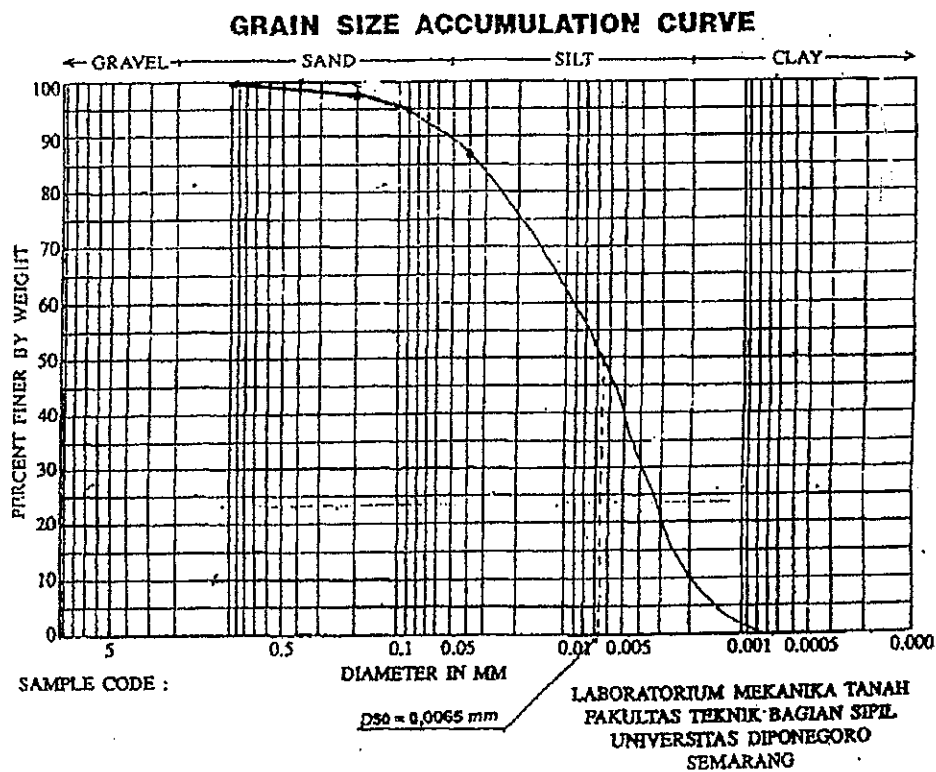
| No | Campuran |       | Gerusan terjadi<br>(cm) | Kekurangan  |
|----|----------|-------|-------------------------|---|
|    | Muntilan | Latri |                         |   |
| 1  | 1        | 0     | -                       | Saluran tak dapat dibentuk                          |
| 2  | 1        | 2     | 2,5 – 3,5               | Saluran mudah longsor                               |
| 3  | 1        | 3     | 1,5                     | Saluran mudah dibentuk dan ada gerusan yang terjadi |

Ukuran butiran material dasar campuran 1 ps : 3 latri diperoleh komposisi butiran sebagai berikut :

**Tabel 4.8.**

**Komposisi Butiran / Gradasi Butiran**

| Jenis Material | Diameter (mm)   | Komposisi (%) | Kumulatif (%) |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Gravel         | 2,00 – 10,00    | -             | -             |
| Sand           | 0,06 – 2,00     | 10,5          | 100,00        |
| Silt           | 0,002 – 0,06    | 79,3          | 89,50         |
| Clay           | 0,0001 – 0,0002 | 10,2          | 10,20         |



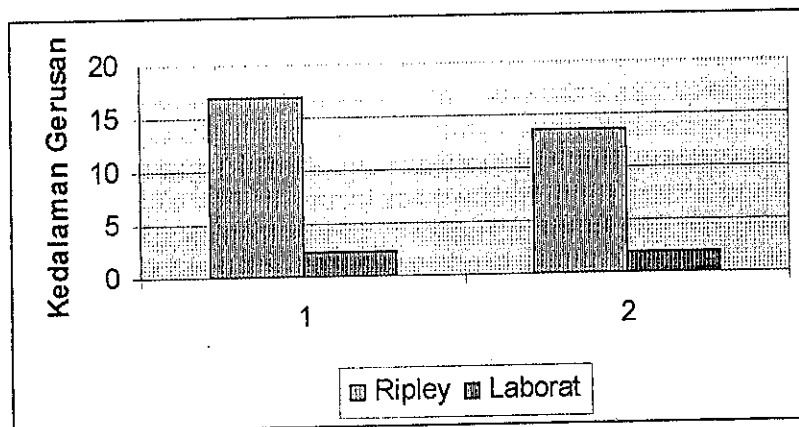
Gambar 4.2 Grafik gradasi butiran

Pengukuran kedalaman gerusan pada saluran dengan campuran volume 1 pasir Muntlan dan 3 latri pada tikungan  $R_c = 50$  ( $R_o = 80$ ) sebesar 2,21 cm lebih kecil dari basil perhitungan sebesar 16,86 cm. Sedangkan besarnya kedalaman gerusan pada tikungan  $R_c = 75$  ( $R_o = 105$ ) besarnya 1,8 cm lebih kecil dari hasil perhitungan sebesar 13,54 cm. Hasil perhitungan gerusan yang merupakan verifikasi dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9.

## Perbandingan Gerusan Antara Ripley dan Laborat

| Rc (cm) | Debit Q (cm <sup>3</sup> /dt) | Hasil Perhitungan/<br>Ripley (cm) | Hasil<br>Laboratorium (cm) |
|---------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 50      | Q = 2734,92                   | 9,24                              | 2,59                       |
|         | Q = 4443,72                   | 13,83                             | 0,27                       |
|         | Q = 6667,13                   | 17,34                             | 6,02                       |
|         | Q = 9461,16                   | 17,86                             | 1,18                       |
|         | Q = 12854,59                  | 26,00                             | 0,99                       |
|         |                               | Rata-rata = 16,86                 | Rata-rata = 2,21           |
| 75      | Q = 2734,92                   | 11,42                             | 3,31                       |
|         | Q = 4443,72                   | 10,66                             | 1,11                       |
|         | Q = 6667,13                   | 12,13                             | 1,54                       |
|         | Q = 9461,16                   | 13,64                             | 1,53                       |
|         | Q = 12854,59                  | 19,87                             | 1,51                       |
|         |                               | Rata-rata = 13,54                 | Rata-rata = 1,8            |



Gambar 4.3. Grafik Perbandingan Gerusan Metode Ripley dan Laboratorium

## 4.9. Running

Pelaksanaan running dengan mengalirkan air ke model saluran (Gambar 3.2) dengan menggunakan pompa. Pengaliran air melalui saluran sirkulasi ke bak penenang dan melalui alat ukur debit Thompson terus masuk ke saluran pengamatan.

Pengaliran air dilaksanakan agar diperoleh data dengan ketentuan berikut :

a. Debit pengaliran pada pengujian ini adalah :

$$Q_1 = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

$$Q_2 = 4443,72 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

$$Q_3 = 6671,13 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

$$Q_4 = 9461,16 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

$$Q_5 = 12854,59 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

b. Waktu alir yang dipakai dalam pengujian :

$$t_1 = 15 \text{ menit}$$

$$t_2 = 30 \text{ menit}$$

$$t_3 = 45 \text{ menit}$$

$$t_4 = 60 \text{ menit}$$

#### 4.10. Analisa Data

Dalam menganalisa data hasil percobaan maka dilakukan langkah-langkah berikut :

##### 4.10.1. Metode Ripley

Dari data debit yang diperoleh dengan cara mengkalibrasi ketinggian aliran (ht) pada alat ukur debit Thompson pada masing-masing ht, dan lebar dasar saluran (b) serta kemiringan talud  $V : h = 2 : 1$  dapat dihitung jari-jari hidrolis, lebar muka aliran, dan kedalaman hidrolis serta luas penampang aliran. Dengan absis X diukur dari pusat lengkung dan jari-jari lengkung luar ( $R_o$ ) diketahui profil dasar saluran pada penampang yang ditinjau dapat diperoleh dari persamaan

$$y = 6,35 D \left[ \sqrt{0,437 - \frac{x^2}{T^2}} - 0,433 \right] \left[ 1 + \frac{xK}{Ro} \right], \text{ hasil persamaan ini masih}$$

mengindikasikan kedalaman dasar saluran dari muka air, untuk memperoleh elevasi dasar saluran yang dapat digambarkan dan sesuai dengan data lainnya maka dipakai garis referensi (misal pada  $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $y_{\text{ref}} = 12,68 - y$ ).

Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel berikut :

$$Q = 2734,92 \text{ cm}^3 / \text{dt}$$

$$y_{\text{ref}} = 12,68 - y$$

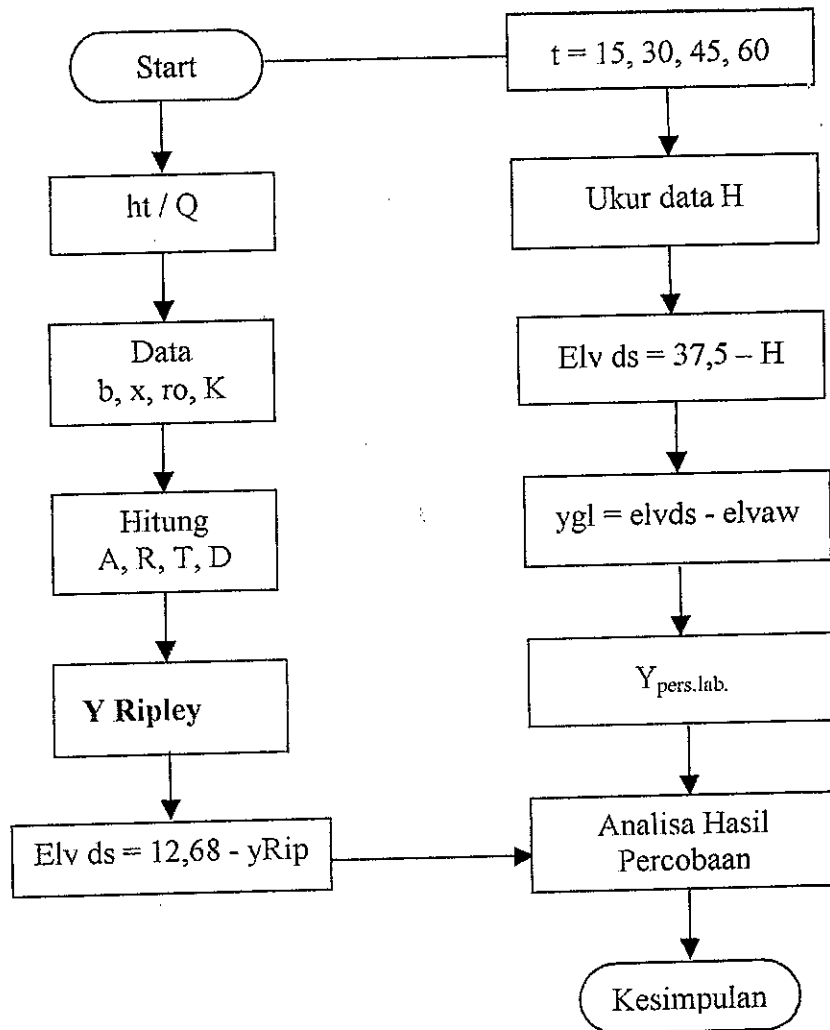
| RC<br>cm | Ro<br>cm | h<br>(kk) | A<br>(kk) | T<br>(kk) | D<br>(kk) | Titik bt<br>profil | $x_{dp}$<br>(cm) | $x_{ab}$<br>(kk) | y<br>(kk) | y<br>(cm) | y tep<br>(cm) | Ket  |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|---------------|------|
| 50       | 80       | 0,101     | 0,170     | 1,741     | 0,098     | 1                  | 15               |                  |           |           |               |      |
| (1,64)   | (2,624)  |           |           |           |           | 2                  | 20               |                  |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 3                  | 25               | -0,82            |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 4                  | 30               | -0,656           |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 5                  | 35               | -0,492           |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 6                  | 40               | -0,328           |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 7                  | 45               | -0,164           | 0,011     | 0,36      | 13,30         | > MA |
|          |          |           |           |           |           | 8                  | 50               | 0                | 0,142     | 4,32      | 9,34          | As   |
|          |          |           |           |           |           | 9                  | 55               | 0,164            | 0,287     | 8,76      | 4,90          |      |
|          |          |           |           |           |           | 10                 | 60               | 0,328            | 0,396     | 12,07     | 1,59          |      |
|          |          |           |           |           |           | 11                 | 65               | 0,492            | 0,436     | 13,3      | 0,36          |      |
|          |          |           |           |           |           | 12                 | 70               | 0,656            | 0,37      | 11,17     | 2,49          |      |
|          |          |           |           |           |           | 13                 | 75               | 0,92             | 0,12      | 3,76      | 9,90          |      |
|          |          |           |           |           |           | 14                 | 80               | 0,984            | -0,42     | -12,85    | 26,51         | > MA |
|          |          |           |           |           |           | 15                 | 85               | 0,148            |           |           |               |      |
|          |          |           |           |           |           | 16                 | 90               |                  |           |           |               |      |

#### 4.10.2. Metode Laboratorium

Hasil data ukur di laboratorium yang berupa elevasi dasar saluran pada setiap proses pengujian dihitung dan digambar. Guna mendapatkan data elevasi pada hasil pengukuran di laboratorium dipakai garis referensi Hrep ( $H_r = 37,5 - h$ ) dari saluran model dengan dimensi lebar dasar  $b = 50 \text{ cm}$  dan kemiringan talud  $V : h = 2 : 1$ . Hasil perhitungan elevasi dasar saluran dapat dilihat pada Tabel 5.1 – Tabel 5.6.



#### 4.10.3. Diagram Alir Analisis Data



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

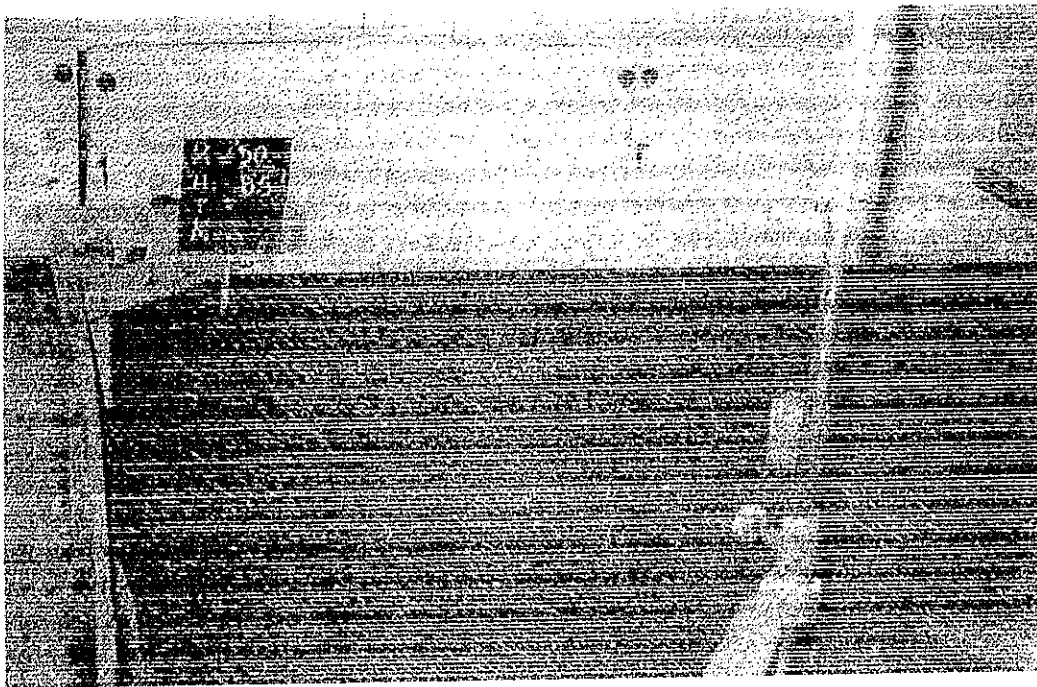
#### 5.1. Analisis Data

##### 5.1.1. Umum

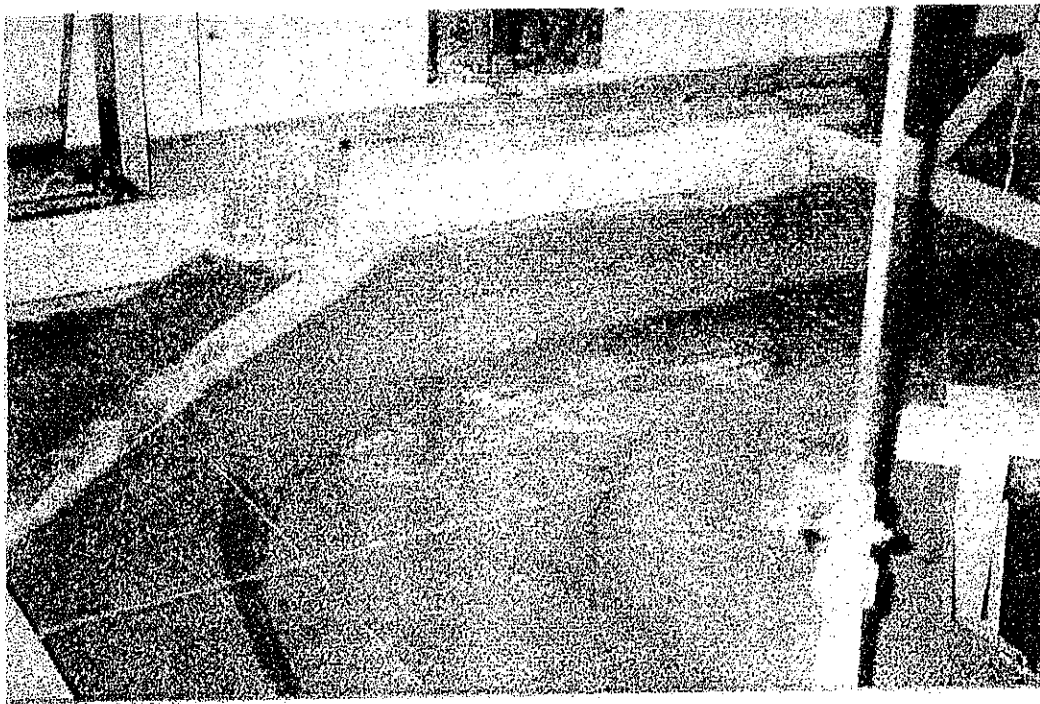
Sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh perkiraan kedalaman gerusan pada tikungan saluran. Hal yang dipaparkan dari penelitian ini adalah informasi kedalaman gerusan dari hasil pengukuran setiap proses pengujian pada dasar saluran di tikungan.

##### 5.1.2. Kedalaman gerusan

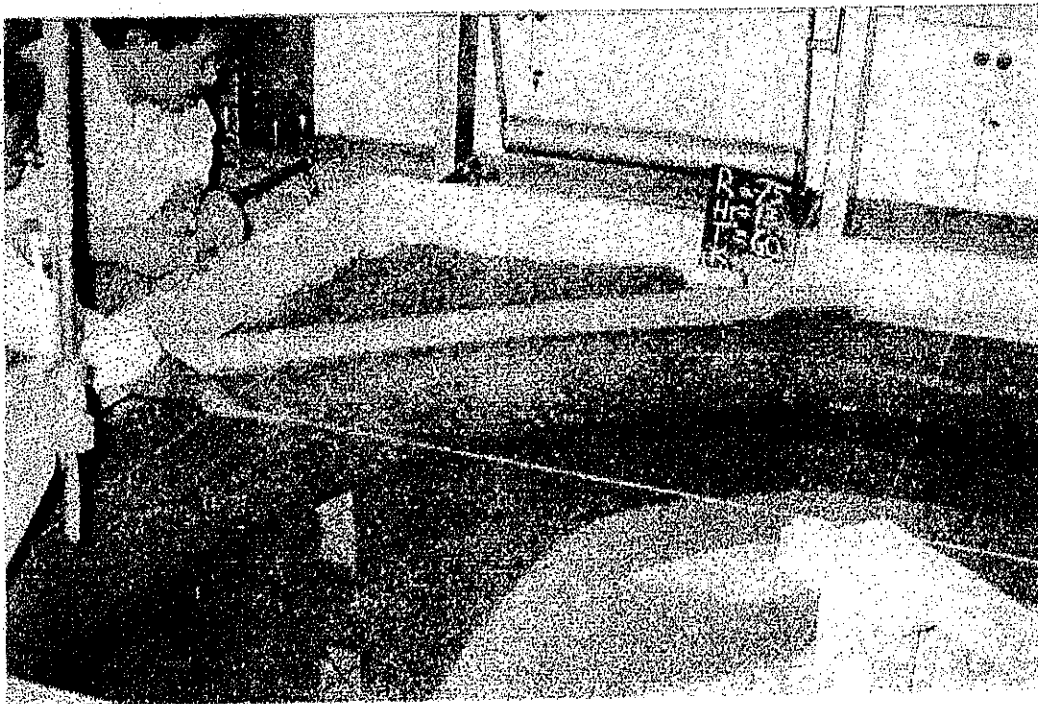
Gerusan yang terjadi akibat pengaliran air, baik gerusan dasar ataupun gerusan pada tebing saluran dapat dilekatkan pada Gambar 5.1. sampai dengan Gambar 5.4. dan Tabel 5.1. hingga Tabel 5.50 Gambar dan Tabel tersebut menunjukkan kondisi gerusan pada tikungan saluran yang terjadi setelah proses pengujian.



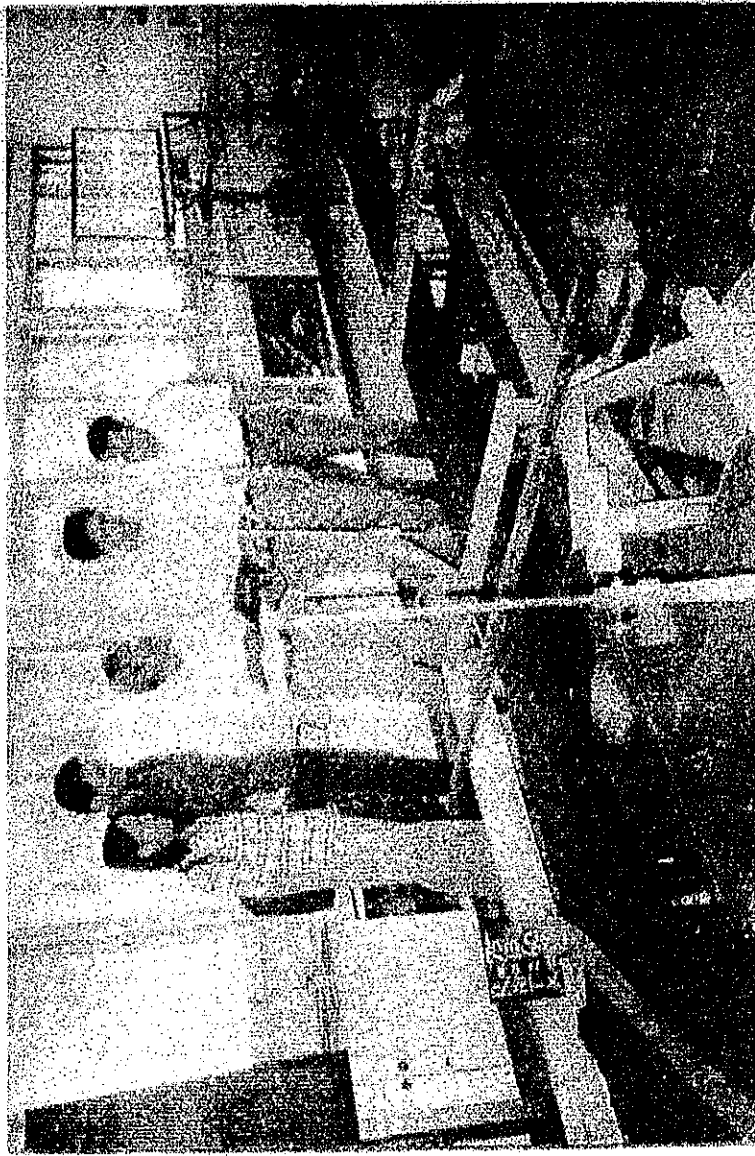
Gambar 5.1. Photo saluran kondisi awal di tikungan  $R_c = 50$   $H_t = 8,5$  cm



Gambar 5.2. Photo saluran kondisi awal di tikungan  $R_c = 75$   $H_t = 11,5$  cm



Gambar 5.3. Photo gerusan di tikungan  $R_c = 75$   $H_t = 13$  cm



Gambar 5.4. Photo peninjauan oleh Dosen Pembimbing di Laborat

### 5.1.2.1. Kedalaman Gerusan Pada $R_c = 50$ cm

#### 5.1.2.1.1. Pengaliran Dengan $h = 3,08$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,28 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,25 cm. Pada tengah tikungan atau profil P 6 di tikungan dalam endapan setebal 0,15 cm dan di tikungan luar setebal 0,12 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,07 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,01 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 3,08$  cm yang terjadi adalah endapan, hal ini dikarenakan kecepatan aliran masih rendah dan kelongsoran tebing belum terjadi.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,61 cm, pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,28 cm. Pada tengah tikungan atau profil P 6 di tikungan dalam endapan setebal 0,30 cm dan di tikungan luar setebal 0,19 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,14 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,00 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 3,08$  cm yang terjadi adalah endapan.

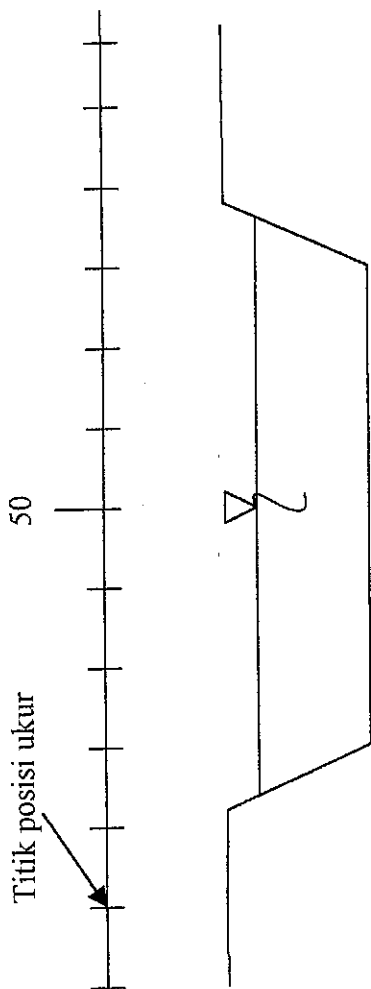
Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,33 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,07 cm. Pada tengah tikungan atau profil P 6 di tikungan dalam endapan setebal 0,18 cm dan di tikungan luar setebal 0,51 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,08 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,18 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 3,08$  cm, gerusan di tikungan luar di akhir tikungan sedalam 0,18 cm dan kelongsoran tebing belum terjadi.

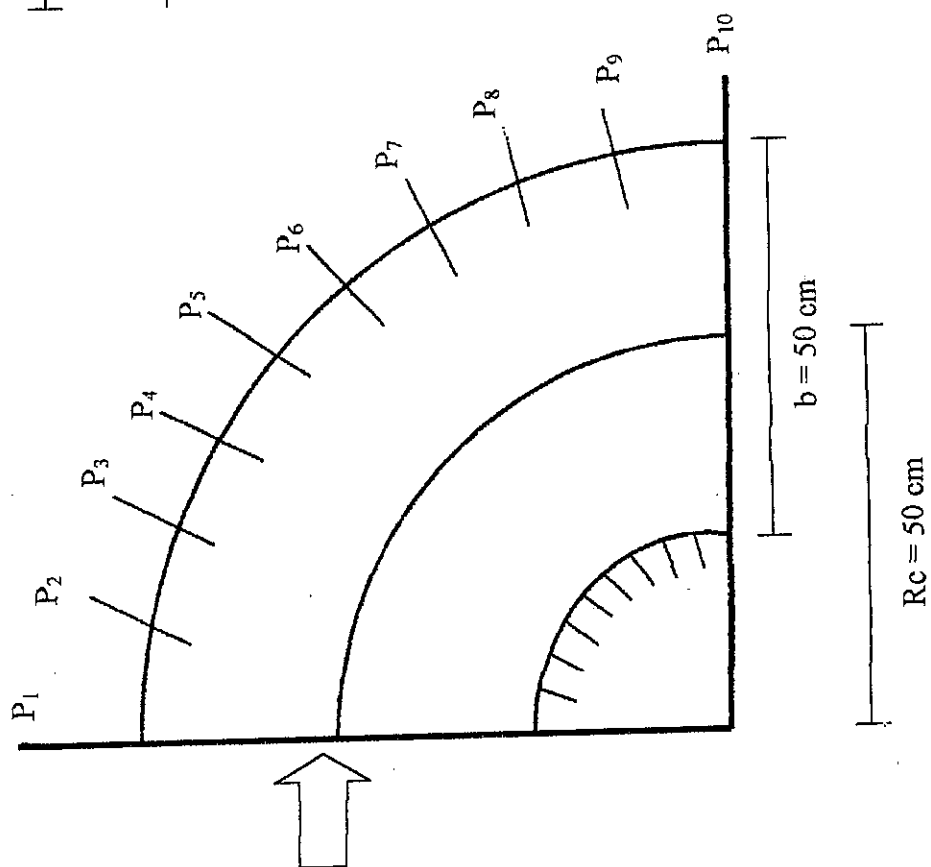
Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,09 cm, pada jarak 60 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,77 cm. Pada tengah tikungan atau profil P 6 di tikungan dalam endapan setebal 1,89 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 1,24 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 1,23 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,77 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 3,08$  cm, gerusan terjadi di daerah tengah saluran dan bergeser ke daerah tikungan dalam.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 9,12 cm, dan periksa Tabel 5.1 – 5.6.



Gambar 5.6. Posisi pengukuran elevasi dasar saluran  
Pada setiap profil



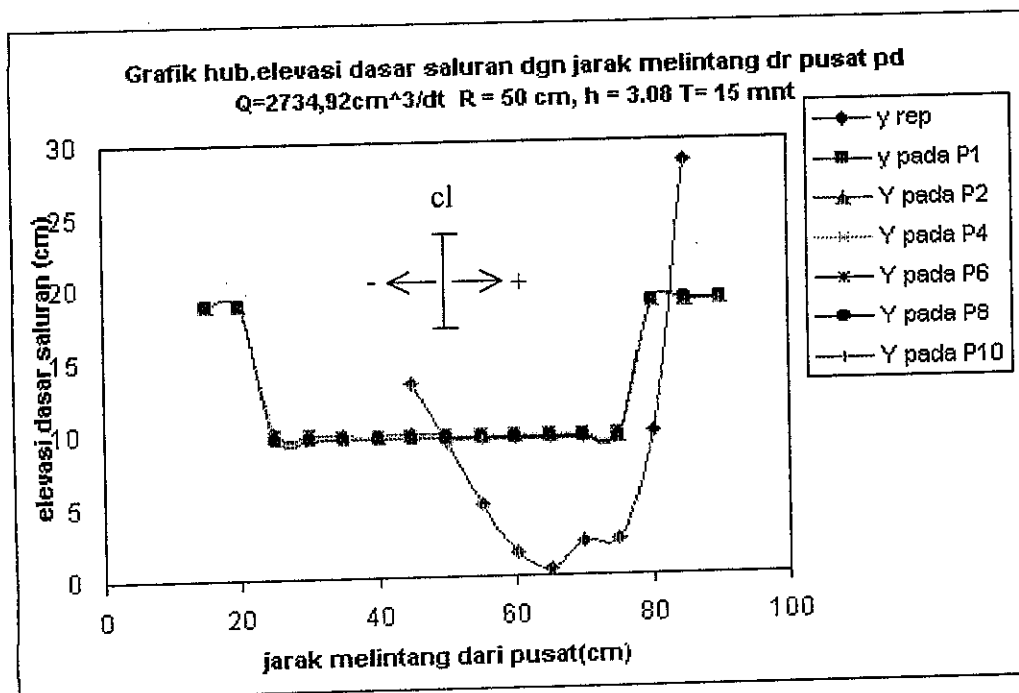
Gambar 5.5. Posisi pengukuran profil melintang

Tabel 5.1  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,87         | 18,87 | 18,86 | 18,86 | 18,86 | 18,85 |
| -30             | *              | 18,77         | 18,8  | 18,8  | 18,79 | 18,79 | 18,78 |
| -25             | *              | 9,81          | 10,07 | 9,69  | 9,62  | 9,56  | 9,53  |
| -20             | *              | 9,8           | 9,84  | 9,67  | 9,61  | 9,55  | 9,56  |
| -15             | *              | 9,78          | 9,81  | 9,65  | 9,6   | 9,54  | 9,55  |
| -10             | *              | 9,76          | 9,77  | 9,66  | 9,59  | 9,54  | 9,52  |
| -5              | 13,3           | 9,77          | 9,81  | 9,67  | 9,58  | 9,52  | 9,5   |
| 0               | 9,34           | 9,75          | 9,77  | 9,68  | 9,57  | 9,5   | 9,45  |
| 5               | 4,9            | 9,75          | 9,71  | 9,67  | 9,57  | 9,5   | 9,45  |
| 10              | 1,59           | 9,77          | 9,71  | 9,65  | 9,58  | 9,5   | 9,45  |
| 15              | 0,38           | 9,76          | 9,65  | 9,66  | 9,58  | 9,51  | 9,44  |
| 20              | 2,38           | 9,77          | 9,64  | 9,65  | 9,59  | 9,51  | 9,43  |
| 25              | 2,49           | 9,78          | 9,52  | 9,64  | 9,59  | 9,44  | 9,42  |
| 30              | 9,9            | 18,85         | 18,91 | 18,89 | 18,89 | 18,89 | 18,85 |
| 35              | 28,51          | 18,91         | 18,9  | 18,93 | 18,93 | 18,92 | 18,85 |
| 40              | *              | 18,94         | 18,94 | 18,95 | 18,94 | 18,94 | 18,88 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



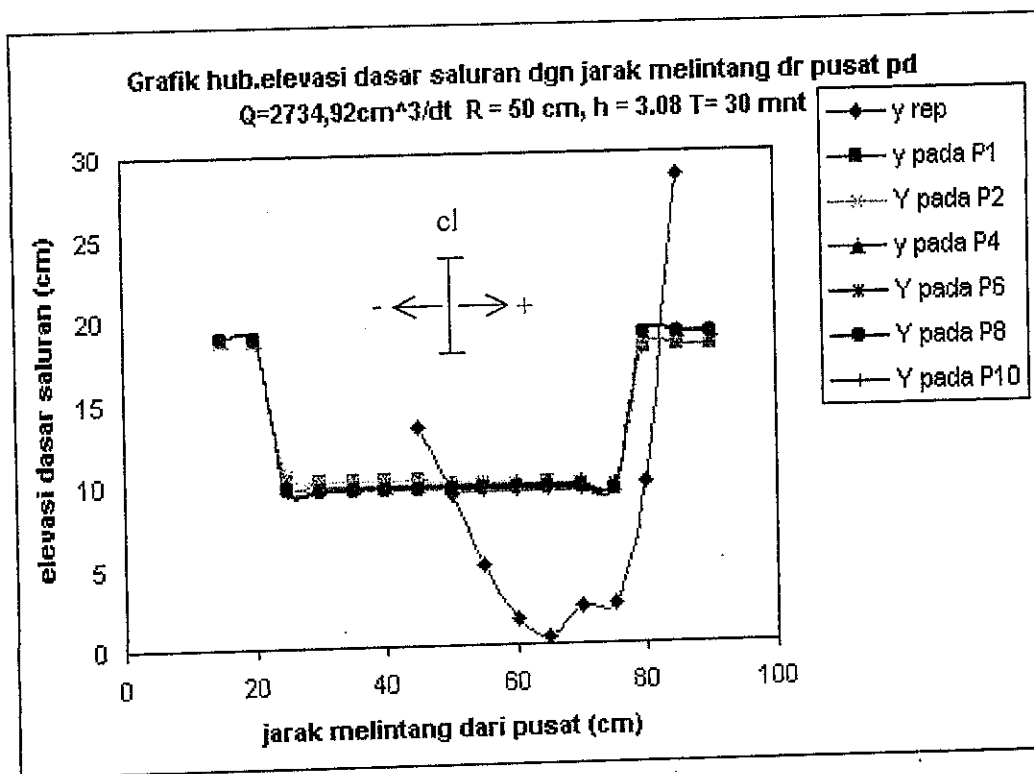


Tabel 5.2  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,86         | 18,86 | 18,85 | 18,88 | 18,82 | 18,85 |
| -30             | *              | 18,78         | 18,72 | 18,77 | 18,8  | 18,78 | 18,75 |
| -25             | *              | 10,14         | 10,62 | 9,88  | 9,77  | 9,65  | 9,6   |
| -20             | *              | 10,11         | 10,16 | 9,84  | 9,75  | 9,63  | 9,66  |
| -15             | *              | 10,08         | 10,1  | 9,81  | 9,74  | 9,61  | 9,63  |
| -10             | *              | 10,12         | 10,11 | 9,82  | 9,71  | 9,61  | 9,58  |
| -5              | 13,3           | 10,09         | 10,02 | 9,85  | 9,68  | 9,56  | 9,54  |
| 0               | 9,34           | 9,8           | 9,94  | 9,86  | 9,66  | 9,53  | 9,45  |
| 5               | 4,9            | 9,78          | 9,96  | 9,84  | 9,67  | 9,53  | 9,44  |
| 10              | 1,59           | 9,77          | 9,91  | 9,81  | 9,68  | 9,52  | 9,44  |
| 15              | 0,38           | 9,81          | 9,79  | 9,82  | 9,68  | 9,55  | 9,43  |
| 20              | 2,38           | 9,72          | 9,76  | 9,8   | 9,71  | 9,55  | 9,4   |
| 25              | 2,49           | 9,49          | 9,5   | 9,78  | 9,7   | 9,41  | 9,38  |
| 30              | 9,9            | 17,95         | 18,66 | 18,87 | 18,88 | 18,82 | 18,65 |
| 35              | 28,51          | 18,08         | 18,77 | 18,92 | 18,89 | 18,77 | 18,87 |
| 40              | *              | 18,09         | 18,82 | 18,94 | 18,9  | 18,89 | 18,95 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

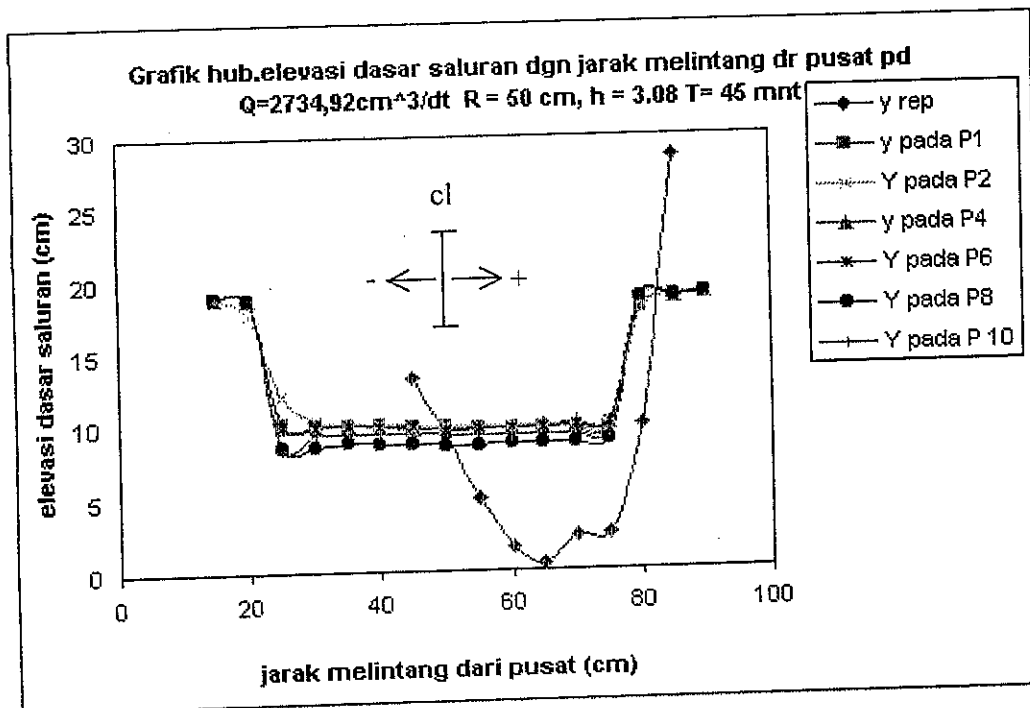


Tabel 5.3  
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,86         | 18,86 | 18,86 | 18,82 | 18,86 | 18,85 |
| -30             | *              | 18,81         | 17,73 | 18,75 | 18,74 | 18,77 | 18,76 |
| -25             | *              | 10,14         | 12,05 | 10    | 10,01 | 8,61  | 8,49  |
| -20             | *              | 10,09         | 10,28 | 10,02 | 9,97  | 8,53  | 9,51  |
| -15             | *              | 10,1          | 10,22 | 9,99  | 9,99  | 8,88  | 9,49  |
| -10             | *              | 10,02         | 10,08 | 9,91  | 9,93  | 8,71  | 9,45  |
| -5              | 13,3           | 9,97          | 9,95  | 9,81  | 9,84  | 8,69  | 9,44  |
| 0               | 9,34           | 9,85          | 9,89  | 9,73  | 9,65  | 8,53  | 9,37  |
| 5               | 4,9            | 9,82          | 9,9   | 9,77  | 9,71  | 8,53  | 9,36  |
| 10              | 1,59           | 9,8           | 9,92  | 9,8   | 9,73  | 8,67  | 9,35  |
| 15              | 0,38           | 9,76          | 9,87  | 9,86  | 9,78  | 8,78  | 9,32  |
| 20              | 2,38           | 9,62          | 9,85  | 10    | 9,86  | 8,77  | 9,31  |
| 25              | 2,49           | 9,6           | 9,81  | 10,04 | 9,98  | 8,89  | 9,28  |
| 30              | 9,9            | 17,88         | 18,29 | 18,69 | 18,77 | 18,6  | 18,68 |
| 35              | 28,51          | 18,85         | 18,93 | 18,71 | 18,83 | 18,67 | 18,83 |
| 40              | *              | 18,95         | 18,94 | 18,88 | 18,94 | 18,88 | 18,91 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.4

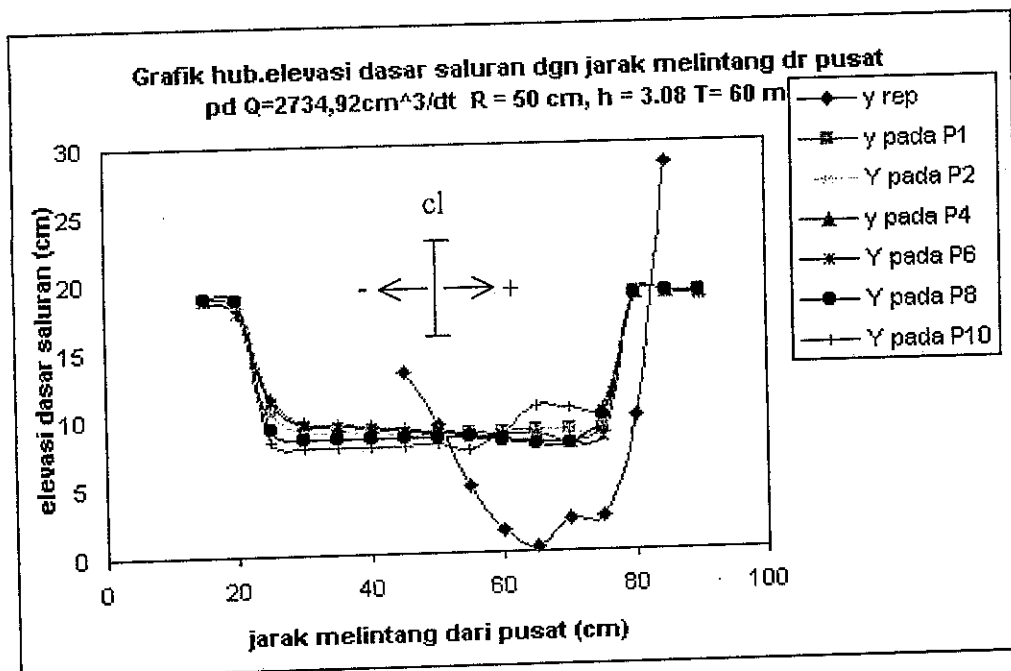
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 50 \text{ cm}, \quad h = 3.08 \text{ cm} \quad t = 60 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,87         | 18,85 | 18,86 | 18,78 | 18,85 | 18,85 |
| -30             | *              | 18,76         | 18,8  | 18,76 | 17,77 | 18,77 | 18,13 |
| -25             | *              | 10,62         | 10,61 | 11,6  | 11,3  | 9,17  | 8,23  |
| -20             | *              | 9,05          | 9,05  | 9,61  | 9,6   | 8,39  | 7,8   |
| -15             | *              | 8,99          | 8,99  | 9,58  | 9,39  | 8,38  | 7,82  |
| -10             | *              | 8,9           | 8,97  | 9,36  | 9,18  | 8,38  | 7,85  |
| -5              | 13,3           | 8,81          | 8,78  | 9,09  | 8,97  | 8,37  | 7,87  |
| 0               | 9,34           | 8,61          | 8,58  | 8,85  | 8,78  | 8,36  | 7,9   |
| 5               | 4,9            | 8,68          | 8,69  | 8,78  | 8,59  | 8,36  | 7,47  |
| 10              | 1,59           | 8,76          | 8,76  | 8,66  | 8,23  | 8,1   | 8,69  |
| 15              | 0,38           | 8,83          | 8,8   | 8,58  | 7,94  | 7,76  | 10,64 |
| 20              | 2,38           | 8,92          | 8,83  | 7,95  | 7,98  | 7,88  | 10,46 |
| 25              | 2,49           | 8,98          | 8,87  | 9,1   | 8,35  | 9,88  | 10,4  |
| 30              | 9,9            | 18,9          | 18,86 | 18,85 | 18,81 | 18,8  | 18,89 |
| 35              | 28,51          | 18,92         | 18,89 | 18,88 | 18,89 | 18,85 | 18,91 |
| 40              | *              | 18,94         | 18,92 | 18,9  | 18,52 | 18,95 | 18,92 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

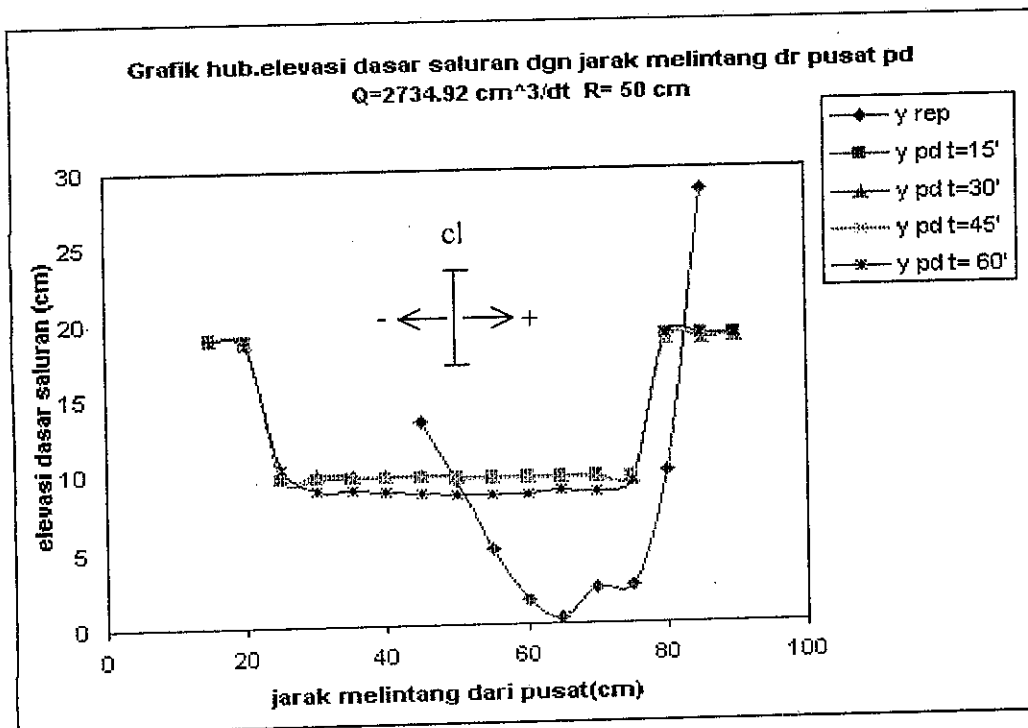


Tabel 5.5  
 Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$

| jarak melintang | y rep (Ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| Dari As         | *              | 18,86      | 18,85   | 18,85   | 18,84   |
| Saluran         | *              | 18,79      | 18,77   | 18,59   | 18,50   |
| -35             | *              | 9,71       | 9,94    | 9,88    | 10,26   |
| -30             | *              | 9,67       | 9,86    | 9,73    | 8,92    |
| -25             | *              | 9,66       | 9,83    | 9,78    | 8,86    |
| -20             | *              | 9,64       | 9,83    | 9,68    | 8,77    |
| -15             | 13,3           | 9,64       | 9,79    | 9,62    | 8,65    |
| -10             | 9,34           | 9,62       | 9,71    | 9,50    | 8,51    |
| -5              | 4,9            | 9,61       | 9,70    | 9,52    | 8,43    |
| 0               | 1,59           | 9,61       | 9,69    | 9,55    | 8,53    |
| 5               | 0,38           | 9,60       | 9,68    | 9,56    | 8,76    |
| 10              | 2,38           | 9,60       | 9,66    | 9,57    | 8,67    |
| 15              | 2,49           | 9,57       | 9,54    | 9,60    | 9,26    |
| 20              | 9,9            | 18,88      | 18,64   | 18,49   | 18,85   |
| 25              | 28,51          | 18,91      | 18,72   | 18,80   | 18,89   |
| 30              | *              | 18,93      | 18,77   | 18,92   | 18,86   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.6  
Data Gerusan

$R_c = 50 \text{ cm}$        $h = 3,08 \text{ cm}$   
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 25        | 0,28      |
| 2  |              | P1     | 75        | 0,25      |
| 3  |              | P6     | 25        | 0,15      |
| 4  |              | P6     | 75        | 0,12      |
| 5  |              | P10    | 25        | 0,07      |
| 6  |              | P10    | 75        | -0,01     |
| 7  | 30           | P1     | 25        | 0,61      |
| 8  |              | P1     | 50        | 0,28      |
| 9  |              | P6     | 25        | 0,3       |
| 10 |              | P6     | 50        | 0,19      |
| 11 |              | P10    | 25        | 0,14      |
| 12 |              | P10    | 50        | 0         |
| 13 | 45           | P1     | 50        | 0,33      |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,07      |
| 15 |              | P6     | 50        | 0,18      |
| 16 |              | P6     | 75        | 0,51      |
| 17 |              | P10    | 50        | -0,08     |
| 18 |              | P10    | 75        | -0,18     |
| 19 | 60           | P1     | 25        | 1,09      |
| 20 |              | P1     | 60        | -0,77     |
| 21 |              | P6     | 25        | 1,89      |
| 22 |              | P6     | 60        | -1,24     |
| 23 |              | P10    | 25        | -1,23     |
| 24 |              | P10    | 60        | -0,77     |

#### 5.1.2.1.2. Pengaliran Dengan $h = 4,06$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,40 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) sedalam 0,70 cm. Pada tengah tikungan atau profil P<sub>6</sub> di tikungan dalam endapan setebal 0,47 cm dan di tikungan luar setebal 2,01 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,74 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,67 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 4,06$  cm yang terjadi kelongsoran tebing di profil P<sub>6</sub> tikungan bagian luar dan di profil P<sub>10</sub> di daerah tikungan dalam.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,37 cm, pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,82 cm. Pada tengah tikungan atau profil P<sub>6</sub> di tikungan dalam endapan setebal 0,96 cm dan di tikungan luar setebal 0,37 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P 10, di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,47 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,90 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 4,06$  cm yang terjadi adalah gerusan pada daerah tengah saluran sedalam 0,90 cm di akhir tikungan.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P<sub>1</sub>), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,30 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,32 cm. Pada tengah tikungan atau profil P<sub>6</sub> di tikungan dalam endapan setebal 0,41 cm dan di tikungan luar setebal 0,44 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil P<sub>10</sub>, di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,12 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,09 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 4,06$  cm, endapan pada daerah tengah saluran setebal 0,30 cm di daerah tikungan luar terjadi endapan rata-rata 0,70 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,48 cm, pada jarak 60 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,51 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,28 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,10 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,22 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,04 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 4,06$  cm, endapan di tengah saluran rata-rata 0,06 cm.

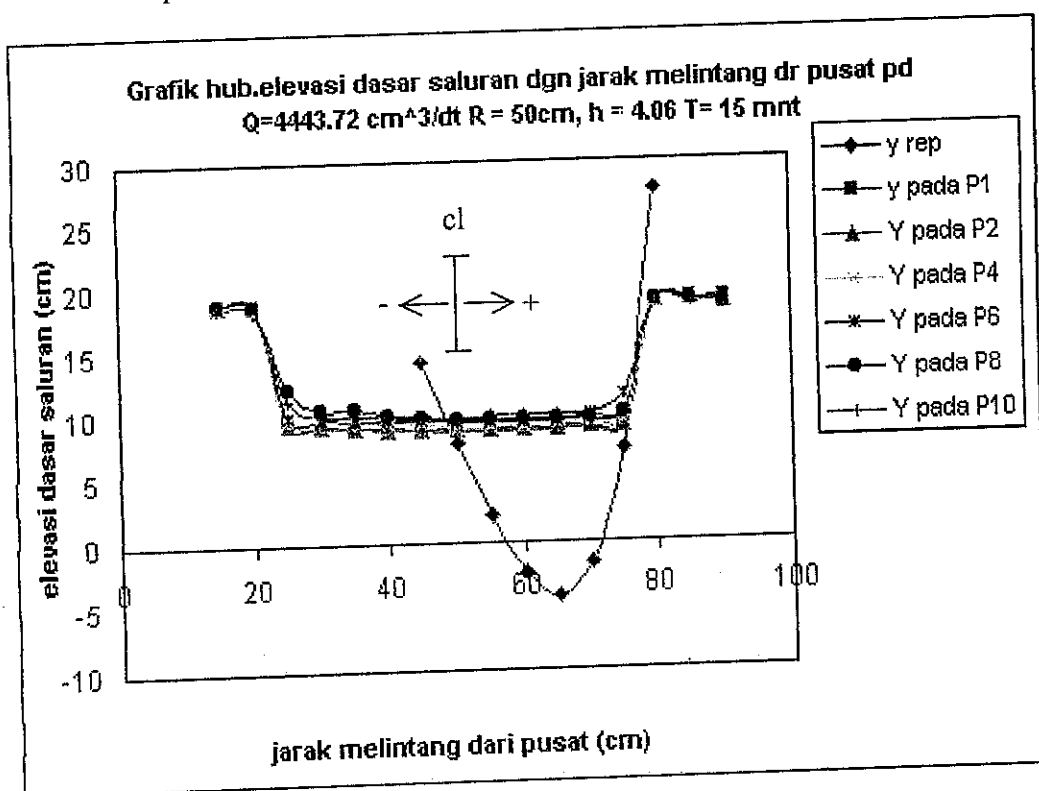
Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 13,73 cm, dan periksa Tabel 5.7 – 5.12.

Tabel 5.7  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50\text{cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,83         | 18,82 | 18,86 | 18,84 | 18,85 | 18,55 |
| -30             | *              | 18,78         | 18,76 | 18,78 | 18,76 | 18,57 | 18,2  |
| -25             | *              | 9,73          | 9,36  | 9,85  | 9,94  | 12,25 | 11,2  |
| -20             | *              | 9,08          | 9,19  | 9,77  | 9,81  | 10,54 | 10    |
| -15             | *              | 9,01          | 9,03  | 9,66  | 9,7   | 10,46 | 9,98  |
| -10             | *              | 9,02          | 8,9   | 9,53  | 9,67  | 10,08 | 9,99  |
| -5              | 14,19          | 8,93          | 8,83  | 9,47  | 9,58  | 9,78  | 9,93  |
| 0               | 7,87           | 8,7           | 8,82  | 8,99  | 9,46  | 9,7   | 9,85  |
| 5               | 2,03           | 8,75          | 8,84  | 9,03  | 9,36  | 9,67  | 9,96  |
| 10              | -2,44          | 8,76          | 8,9   | 9,04  | 9,37  | 9,64  | 10    |
| 15              | -4,23          | 8,79          | 8,99  | 9,18  | 9,47  | 9,69  | 10,02 |
| 20              | -1,78          | 8,82          | 9,04  | 9,39  | 10,01 | 9,67  | 10,04 |
| 25              | 7,29           | 8,83          | 9,11  | 9,36  | 11,48 | 9,97  | 10,13 |
| 30              | 27,63          | 18,85         | 18,88 | 18,9  | 18,78 | 18,77 | 18,57 |
| 35              | *              | 18,9          | 18,91 | 18,91 | 18,88 | 18,81 | 18,58 |
| 40              | *              | 18,95         | 18,71 | 18,92 | 18,9  | 18,51 | 18,62 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



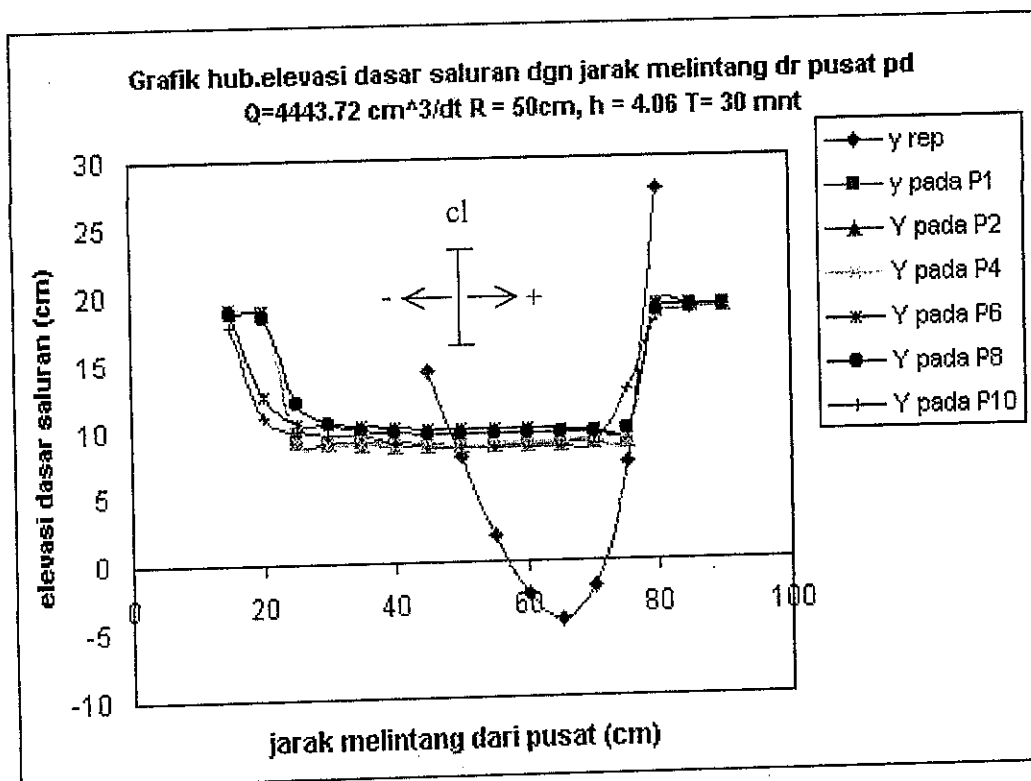


Tabel 5.8  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,86         | 18,85 | 18,85 | 18,67 | 18,83 | 17,76 |
| -30             | *              | 18,8          | 18,78 | 18,76 | 12,45 | 18,36 | 10,92 |
| -25             | *              | 9,16          | 9,17  | 9     | 10,43 | 12,05 | 9,93  |
| -20             | *              | 9,1           | 9,1   | 8,9   | 10,39 | 10,5  | 9,63  |
| -15             | *              | 9,08          | 8,9   | 8,87  | 10,23 | 9,89  | 9,5   |
| -10             | *              | 9,05          | 8,78  | 8,72  | 10,05 | 9,7   | 8,93  |
| -5              | 14,19          | 8,79          | 8,71  | 8,7   | 9,9   | 9,55  | 8,59  |
| 0               | 7,87           | 8,7           | 8,7   | 8,67  | 9,84  | 9,54  | 8,55  |
| 5               | 2,03           | 8,74          | 8,7   | 8,66  | 9,85  | 9,54  | 8,57  |
| 10              | -2,44          | 8,84          | 8,7   | 8,79  | 9,85  | 9,52  | 8,56  |
| 15              | -4,23          | 8,92          | 8,72  | 8,9   | 9,82  | 9,5   | 8,6   |
| 20              | -1,78          | 8,95          | 8,8   | 8,99  | 9,7   | 9,62  | 8,63  |
| 25              | 7,29           | 9             | 8,9   | 8,95  | 9,72  | 9,71  | 12,72 |
| 30              | 27,63          | 18,87         | 18,87 | 18,86 | 18,99 | 18,38 | 18,05 |
| 35              | *              | 18,91         | 18,9  | 18,9  | 18,9  | 18,67 | 18,52 |
| 40              | *              | 18,9          | 18,91 | 18,91 | 18,93 | 18,76 | 18,8  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

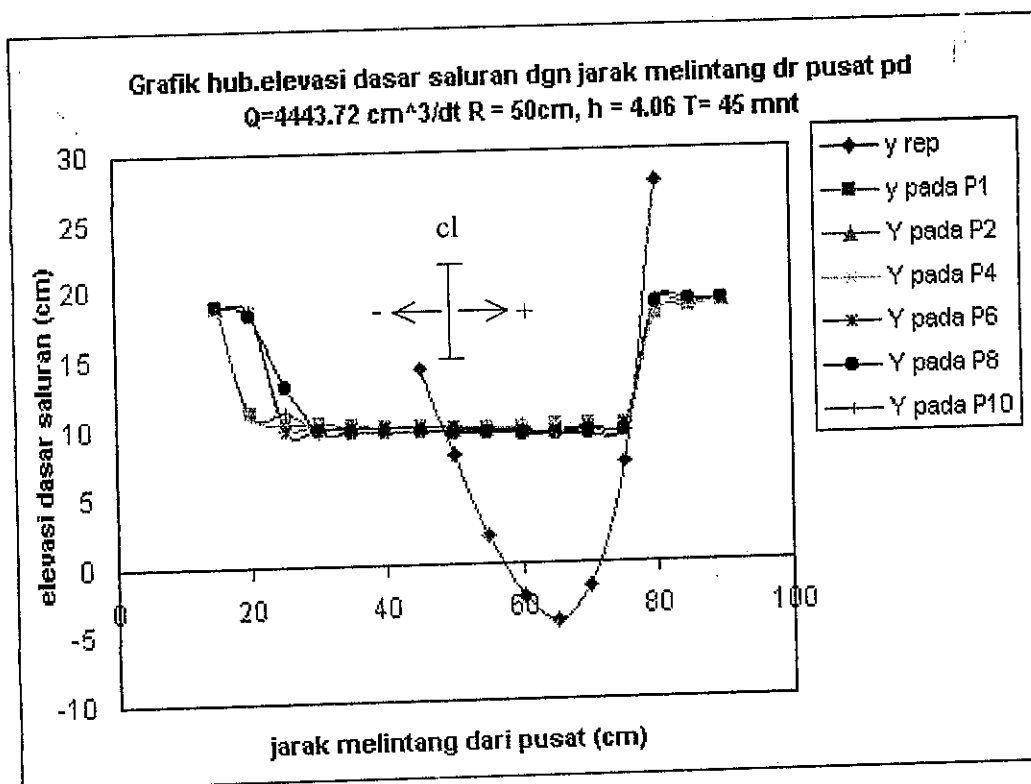


Tabel 5.9  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50\text{cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,78         | 18,85 | 18,85 | 18,82 | 18,82 | 18,82 |
| -30             | *              | 11,07         | 18,57 | 18,54 | 18,55 | 18,22 | 10,92 |
| -25             | *              | 10,3          | 10,29 | 9,8   | 9,79  | 12,93 | 11,1  |
| -20             | *              | 10,24         | 10,2  | 9,79  | 9,86  | 9,79  | 9,65  |
| -15             | *              | 10,16         | 10,1  | 9,81  | 9,9   | 9,66  | 9,62  |
| -10             | *              | 9,99          | 9,98  | 9,85  | 9,91  | 9,56  | 9,6   |
| -5              | 14,19          | 9,85          | 9,87  | 9,87  | 9,9   | 9,5   | 9,57  |
| 0               | 7,87           | 9,82          | 9,81  | 9,9   | 9,88  | 9,36  | 9,57  |
| 5               | 2,03           | 9,83          | 9,76  | 9,9   | 9,5   | 9,36  | 9,55  |
| 10              | -2,44          | 9,83          | 9,85  | 9,92  | 9,45  | 9,31  | 9,52  |
| 15              | -4,23          | 9,84          | 9,93  | 9,94  | 9,48  | 9,29  | 9,29  |
| 20              | -1,78          | 9,84          | 9,88  | 9,98  | 9,79  | 9,3   | 9,63  |
| 25              | 7,29           | 9,85          | 9,86  | 10    | 9,9   | 9,35  | 9,55  |
| 30              | 27,63          | 17,9          | 18,86 | 18,86 | 18,87 | 18,71 | 18,55 |
| 35              | *              | 18,43         | 18,92 | 18,87 | 18,91 | 18,88 | 18,52 |
| 40              | *              | 18,9          | 18,92 | 18,9  | 18,92 | 18,9  | 18,79 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

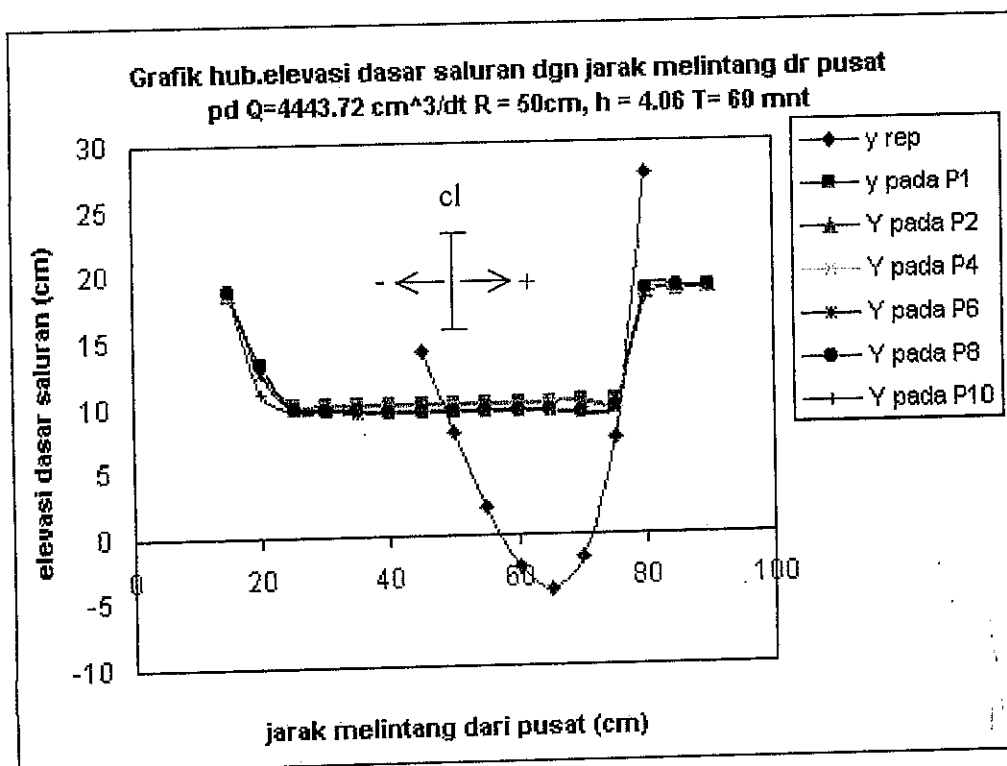


Tabel 5.10  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50\text{cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,6          | 18,72 | 18,8  | 18,8  | 18,8  | 18,83 |
| -30             | *              | 13,15         | 13,03 | 12,88 | 12,54 | 13,16 | 10,91 |
| -25             | *              | 10,01         | 10    | 9,75  | 9,75  | 9,77  | 9,68  |
| -20             | *              | 10,03         | 9,98  | 9,54  | 9,59  | 9,61  | 9,66  |
| -15             | *              | 10,02         | 9,97  | 9,49  | 9,47  | 9,5   | 9,63  |
| -10             | *              | 10,01         | 9,92  | 9,35  | 9,38  | 9,41  | 9,6   |
| -5              | 14,19          | 10,02         | 9,9   | 9,35  | 9,34  | 9,35  | 9,56  |
| 0               | 7,87           | 10,02         | 9,89  | 9,45  | 9,36  | 9,33  | 9,55  |
| 5               | 2,03           | 10,01         | 9,88  | 9,35  | 9,35  | 9,33  | 9,5   |
| 10              | -2,44          | 10,04         | 9,91  | 9,37  | 9,37  | 9,33  | 9,5   |
| 15              | -4,23          | 10,1          | 9,95  | 9,38  | 9,36  | 9,32  | 9,43  |
| 20              | -1,78          | 10,19         | 10,1  | 9,42  | 9,39  | 9,3   | 9,38  |
| 25              | 7,29           | 10,31         | 10,13 | 9,9   | 9,82  | 9,48  | 9,52  |
| 30              | 27,63          | 18,22         | 18,47 | 18,56 | 18,56 | 18,7  | 18    |
| 35              | *              | 18,41         | 18,83 | 18,85 | 18,81 | 18,8  | 18,51 |
| 40              | *              | 18,85         | 18,9  | 18,85 | 18,87 | 18,85 | 18,72 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

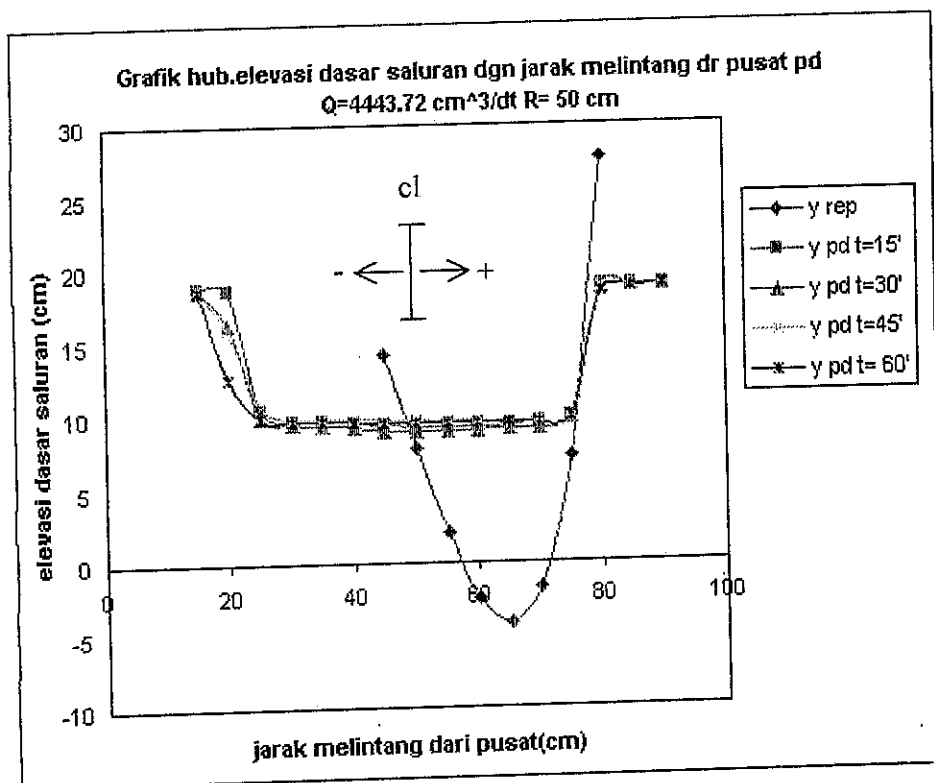


Tabel 5.11  
 Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,79      | 18,64   | 18,82   | 18,76   |
| -30             | *              | 18,64      | 16,35   | 15,98   | 12,61   |
| -25             | *              | 10,39      | 9,96    | 10,70   | 9,83    |
| -20             | *              | 9,73       | 9,60    | 9,92    | 9,74    |
| -15             | *              | 9,64       | 9,41    | 9,88    | 9,68    |
| -10             | *              | 9,53       | 9,21    | 9,82    | 9,61    |
| -5              | 14,19          | 9,42       | 9,04    | 9,76    | 9,59    |
| 0               | 7,87           | 9,25       | 9,00    | 9,72    | 9,60    |
| 5               | 2,03           | 9,27       | 9,01    | 9,65    | 9,57    |
| 10              | -2,44          | 9,29       | 9,04    | 9,65    | 9,59    |
| 15              | -4,23          | 9,36       | 9,08    | 9,63    | 9,59    |
| 20              | -1,78          | 9,50       | 9,12    | 9,74    | 9,63    |
| 25              | 7,29           | 9,81       | 9,83    | 9,75    | 9,86    |
| 30              | 27,63          | 18,79      | 18,67   | 18,63   | 18,42   |
| 35              | *              | 18,83      | 18,80   | 18,76   | 18,70   |
| 40              | *              | 18,77      | 18,87   | 18,89   | 18,84   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.12  
Data Gerusan

$R_c = 50 \text{ cm}$        $h = 4,06 \text{ cm}$

$Q = 4443,72 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 25        | -0,4      |
| 2  |              | P1     | 75        | -0,7      |
| 3  |              | P6     | 25        | 0,47      |
| 4  |              | P6     | 75        | 2,01      |
| 5  |              | P10    | 25        | 1,74      |
| 6  |              | P10    | 75        | 0,67      |
| 7  | 30           | P1     | 25        | -0,37     |
| 8  |              | P1     | 50        | -0,82     |
| 9  |              | P6     | 25        | 0,96      |
| 10 |              | P6     | 50        | 0,37      |
| 11 |              | P10    | 25        | 0,47      |
| 12 |              | P10    | 50        | -0,9      |
| 13 | 45           | P1     | 50        | 0,3       |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,32      |
| 15 |              | P6     | 50        | 0,41      |
| 16 |              | P6     | 75        | 0,43      |
| 17 |              | P10    | 50        | 0,12      |
| 18 |              | P10    | 75        | 0,09      |
| 19 | 60           | P1     | 25        | 0,48      |
| 20 |              | P1     | 60        | 0,51      |
| 21 |              | P6     | 25        | 0,28      |
| 22 |              | P6     | 60        | -0,1      |
| 23 |              | P10    | 25        | 0,22      |
| 24 |              | P10    | 60        | 0,04      |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.1.3. Pengaliran Dengan $h = 4,65$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,06 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,01 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,93 cm dan di tikungan luar setebal 2,17cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,79 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 1,62 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 4,65$  cm, di daerah tikungan luar untuk profil  $P_6$  ada kelongsoran tebing arah horisontal 8,0 cm sehingga menyebabkan endapan di daerah tersebut setebal 2,17 cm, mengakibatkan peningkatan kecepatan aliran di profil selanjutnya sehingga di profil  $P_{10}$  pada tikungan luar terjadi gerusan sedalam 1,62 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,77 cm, pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,62 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,38 cm dan di tikungan luar setebal 0,64cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,95 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,45 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 4,65$  cm, akibat di daerah tikungan luar pada profil  $P_6$  ada kelongsoran tebing maka arus aliran berbelok dan menuju dinding bagian dalam dan mengakibatkan tebing dalam di profil  $P_{10}$  tergerus sedalam 0,95 cm. Kelongsoran arah horizontal 6,0 cm, sedangkan di tengah tikungan endapan setebal 1,45cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,67 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,64 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,78 cm dan di tikungan

luar gerusan sedalam 3,30 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,23 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,89 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 4,65$  cm, pada profil  $P_6$  ada kelongsoran tebing arah horizontal di tikungan dalam 6,0 cm dan di tikungan luar 8,0 cm. Sedangkan endapan 0,78 cm dan gerusan sedalam 3,30 cm. Di akhir tikungan ( $P_{10}$ ) endapan rata-rata 1,55 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan ( $P_1$ ), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,27 cm, pada jarak 60 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,70 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,39 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 4,43 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 2,43 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 1,14 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 4,65$  cm, pada profil  $P_6$  di tengah tikungan kedalaman gerusan meningkat menjadi sedalam 4,43 cm, hal ini dikarenakan arah aliran berbelok dan pada profil  $P_{10}$  pada tikungan dalam gerusan bertambah menjadi 2,43 cm dan di tikungan luar sedalam 1,14 cm. Kedalaman gerusan di profil  $P_1$  rata-rata 1,52 cm.

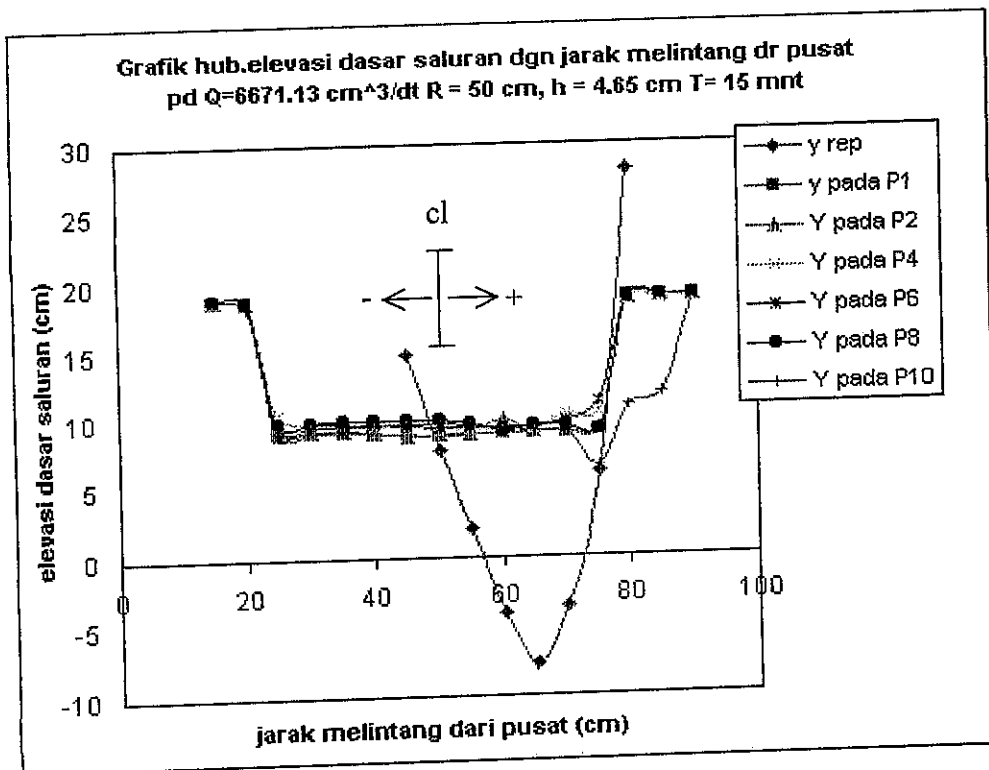
Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 17,24 cm, dan periksa Tabel 5.13 – 5.18.

Tabel 5.13  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,85         | 18,87 | 18,86 | 18,85 | 18,86 | 18,86 |
| -30             | *              | 18,71         | 18,77 | 18,78 | 18,77 | 18,74 | 18,3  |
| -25             | *              | 9,08          | 9,46  | 10,52 | 8,96  | 9,82  | 9,51  |
| -20             | *              | 9,1           | 9,29  | 9,85  | 9,82  | 9,88  | 9,54  |
| -15             | *              | 9,03          | 9,21  | 9,73  | 9,71  | 9,93  | 9,57  |
| -10             | *              | 8,97          | 9,08  | 9,61  | 9,66  | 9,94  | 9,59  |
| -5              | 14,84          | 8,9           | 8,85  | 9,53  | 9,57  | 9,94  | 9,63  |
| 0               | 7,78           | 8,87          | 8,9   | 9,43  | 9,4   | 9,95  | 9,65  |
| 5               | 2,04           | 8,88          | 8,9   | 9,18  | 9,35  | 9,77  | 9,59  |
| 10              | -4,11          | 8,93          | 9,93  | 9,2   | 9,34  | 9,07  | 9,29  |
| 15              | -7,74          | 8,99          | 9,03  | 9,27  | 9,43  | 9,6   | 9,08  |
| 20              | -3,73          | 9,04          | 9,13  | 10,36 | 9,89  | 9,59  | 8,97  |
| 25              | 6,08           | 9,13          | 9,24  | 10,4  | 11,2  | 9,08  | 6,58  |
| 30              | 28,11          | 18,82         | 18,67 | 18,56 | 18,76 | 18,77 | 10,95 |
| 35              | *              | 18,87         | 18,81 | 18,64 | 18,84 | 18,81 | 11,84 |
| 40              | *              | 18,93         | 18,9  | 18,9  | 18,87 | 18,92 | 18,91 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)





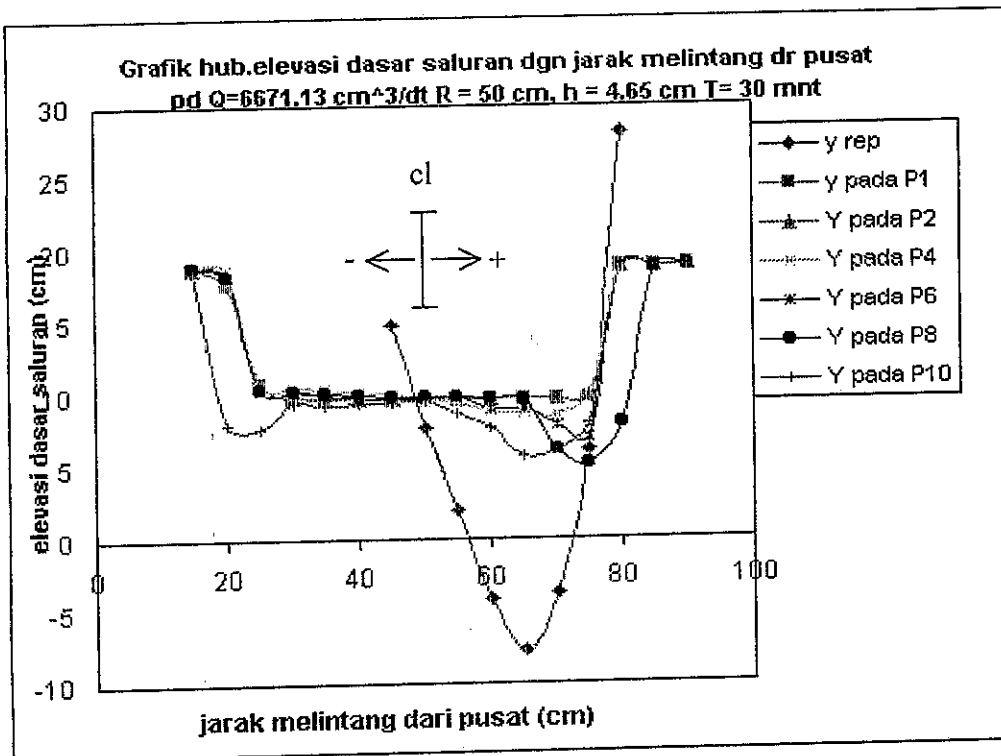
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As | y rep    | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|---------|----------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Saluran | (Ripley) | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35     | *        | 18,85         | 18,86 | 18,86 | 18,86 | 18,85 | 18,51 |
| -30     | *        | 17,77         | 18,47 | 18,73 | 18,33 | 18,23 | 7,97  |
| -25     | *        | 10,91         | 10,81 | 10,71 | 10,41 | 10,46 | 7,77  |
| -20     | *        | 9,76          | 9,83  | 10,61 | 10,28 | 10,31 | 9,37  |
| -15     | *        | 9,74          | 9,82  | 10,44 | 10,07 | 10,19 | 9,31  |
| -10     | *        | 9,74          | 9,78  | 10,18 | 9,74  | 9,97  | 9,43  |
| -5      | 14,84    | 9,74          | 9,76  | 10,03 | 9,7   | 9,88  | 9,48  |
| 0       | 7,78     | 9,75          | 9,79  | 9,52  | 9,67  | 9,85  | 9,59  |
| 5       | 2,04     | 9,76          | 9,77  | 9,49  | 9,81  | 9,85  | 8,78  |
| 10      | -4,11    | 9,75          | 9,75  | 8,88  | 9,01  | 9,7   | 7,77  |
| 15      | -7,74    | 9,77          | 9,74  | 8,73  | 8,99  | 9,62  | 5,7   |
| 20      | -3,73    | 9,76          | 9,76  | 8,62  | 7,84  | 6,1   | 6,1   |
| 25      | 6,08     | 9,77          | 9,79  | 9,98  | 6,96  | 5,2   | 8,02  |
| 30      | 28,11    | 18,88         | 18,89 | 18,88 | 18,81 | 8     | 18,76 |
| 35      | *        | 18,91         | 18,91 | 18,9  | 18,89 | 18,75 | 18,82 |
| 40      | *        | 18,94         | 18,94 | 18,93 | 18,9  | 18,87 | 18,87 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.15

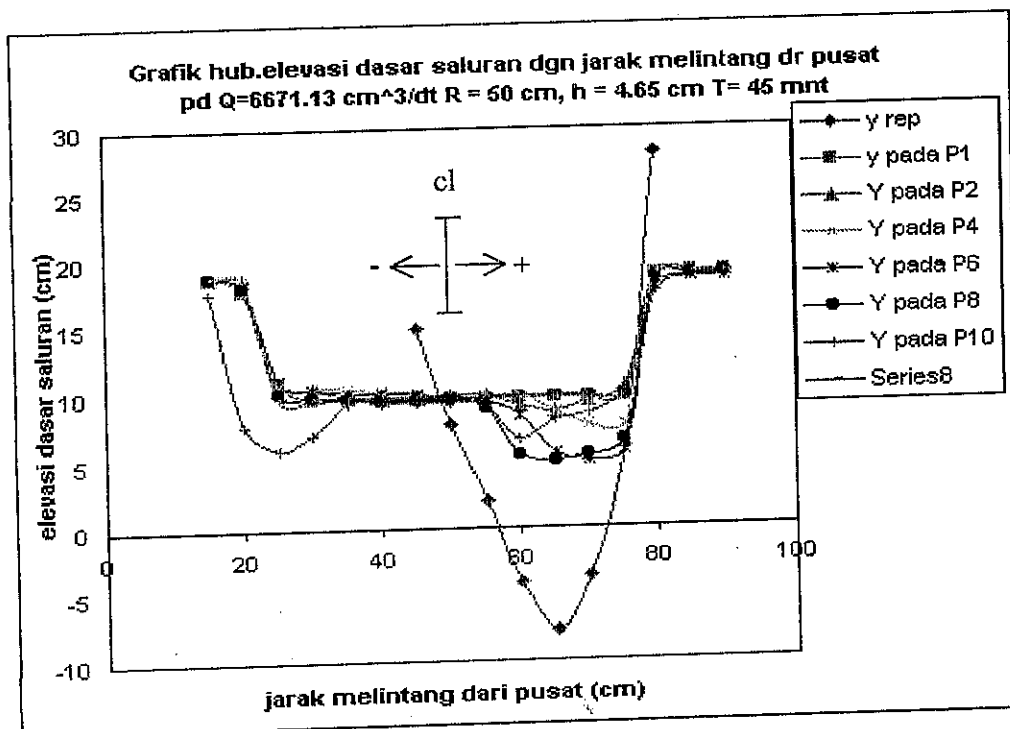
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 50 \text{ cm}, \quad h = 4.65 \text{ cm} \quad t = 45 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P10   |
| -35             | *              | 18,85         | 18,86 | 18,86 | 18,84 | 18,84 | 17,6  |
| -30             | *              | 17,77         | 18,68 | 18,66 | 18,25 | 18,02 | 7,8   |
| -25             | *              | 10,91         | 10,82 | 10,76 | 11,11 | 10,18 | 6,1   |
| -20             | *              | 9,76          | 10,51 | 10,6  | 10,49 | 9,84  | 7,11  |
| -15             | *              | 9,74          | 9,83  | 10,5  | 10,21 | 9,69  | 9,4   |
| -10             | *              | 9,74          | 9,7   | 10,31 | 10,13 | 9,61  | 9,39  |
| -5              | 14,84          | 9,74          | 9,75  | 10,12 | 10    | 9,53  | 9,38  |
| 0               | 7,78           | 9,75          | 9,79  | 9,91  | 9,81  | 9,5   | 9,37  |
| 5               | 2,04           | 9,76          | 9,83  | 9,88  | 9,43  | 8,98  | 9,08  |
| 10              | -4,11          | 9,75          | 9,08  | 9,84  | 8,36  | 5,39  | 6,58  |
| 15              | -7,74          | 9,77          | 8,63  | 8,71  | 5,63  | 5,07  | 8,11  |
| 20              | -3,73          | 9,76          | 9,47  | 7,6   | 4,97  | 5,48  | 8,52  |
| 25              | 6,08           | 9,77          | 10,39 | 7,7   | 5,73  | 6,44  | 10,09 |
| 30              | 28,11          | 18,88         | 18,78 | 18,59 | 17,83 | 18,58 | 17,56 |
| 35              | *              | 18,91         | 18,88 | 18,69 | 18,52 | 18,7  | 18,56 |
| 40              | *              | 18,93         | 18,93 | 18,9  | 18,58 | 18,85 | 18,79 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

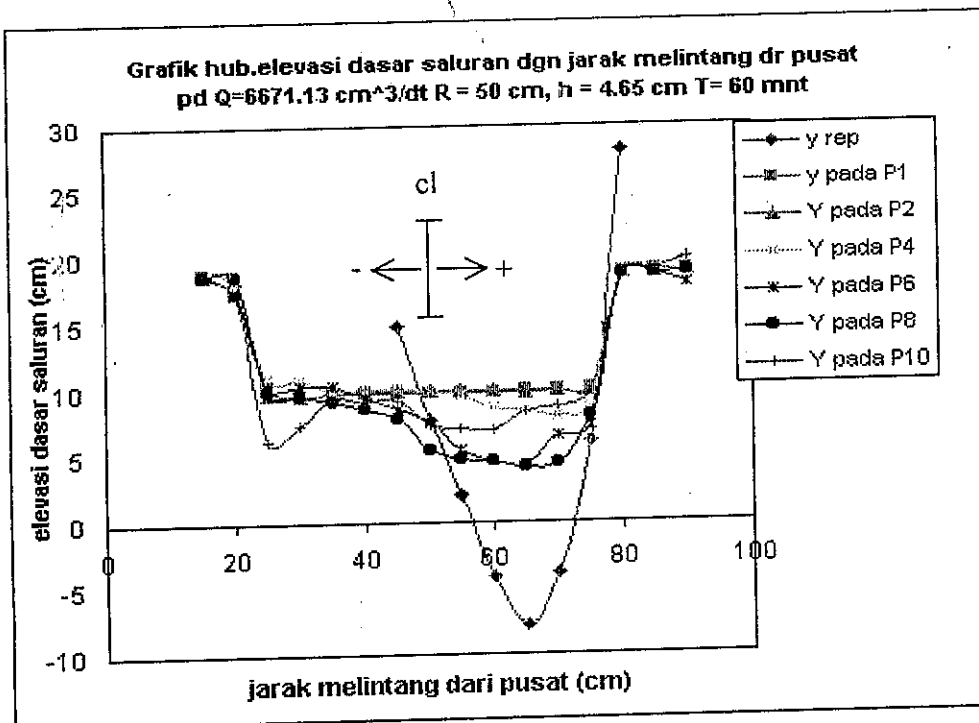


Tabel 5.16  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,82         | 18,85 | 18,83 | 18,83 | 18,7  | 18,7  |
| -30             | *              | 17,26         | 18,58 | 18,33 | 17,46 | 18,69 | 17,49 |
| -25             | *              | 10,41         | 9,71  | 10,9  | 10,42 | 9,93  | 6,29  |
| -20             | *              | 9,7           | 9,7   | 10,88 | 10,39 | 9,64  | 7,49  |
| -15             | *              | 9,76          | 9,78  | 10    | 10,35 | 9,18  | 9,3   |
| -10             | *              | 9,82          | 9,88  | 10,05 | 9,41  | 8,58  | 9,24  |
| -5              | 14,84          | 9,83          | 9,92  | 10,09 | 8,59  | 7,83  | 9,22  |
| 0               | 7,78           | 9,84          | 9,96  | 9,92  | 7,5   | 5,52  | 7,37  |
| 5               | 2,04           | 9,85          | 9,88  | 9,58  | 5,46  | 4,71  | 7,09  |
| 10              | -4,11          | 9,83          | 9,88  | 8,63  | 4,59  | 4,62  | 6,98  |
| 15              | -7,74          | 9,9           | 9,83  | 8,49  | 4,36  | 4,13  | 8,36  |
| 20              | -3,73          | 9,99          | 9,86  | 8,02  | 6,51  | 4,46  | 8,7   |
| 25              | 6,08           | 10,06         | 9,96  | 8,63  | 7,26  | 8,02  | 9,75  |
| 30              | 28,11          | 18,83         | 18,82 | 18,8  | 18,77 | 18,57 | 18,74 |
| 35              | *              | 18,87         | 18,85 | 18,84 | 18,84 | 18,69 | 18,86 |
| 40              | *              | 18,9          | 18,88 | 18,87 | 17,87 | 18,81 | 19,88 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

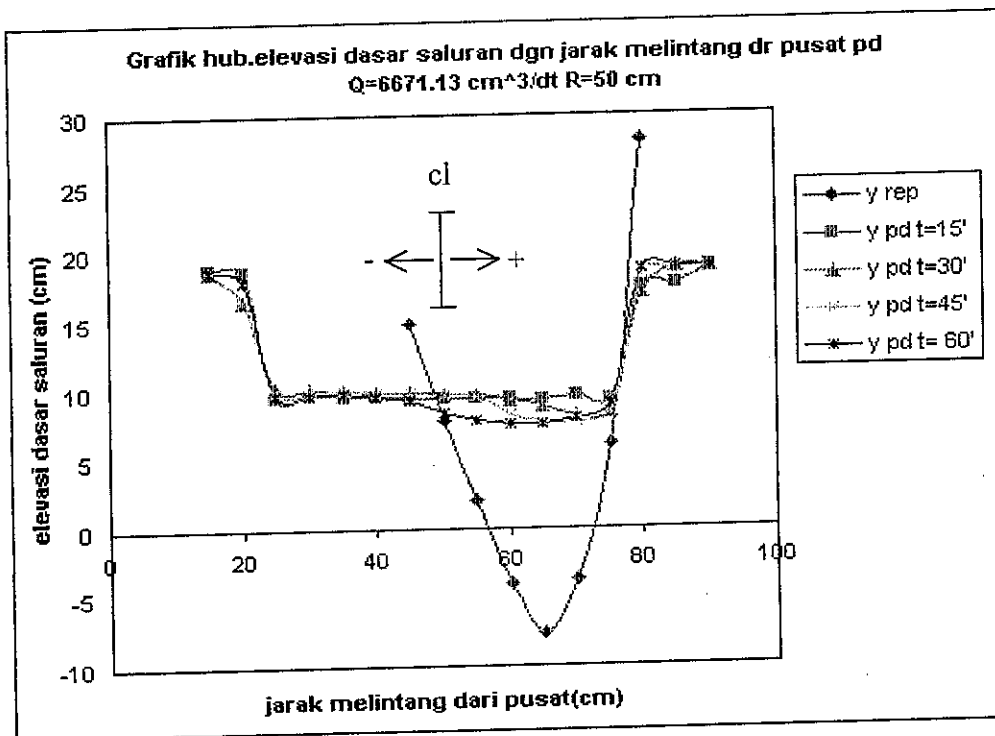


Tabel 5.17  
Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,86      | 18,80   | 18,64   | 18,79   |
| -30             | *              | 18,68      | 16,58   | 16,53   | 17,97   |
| -25             | *              | 9,56       | 10,18   | 9,98    | 9,61    |
| -20             | *              | 9,58       | 10,03   | 9,72    | 9,63    |
| -15             | *              | 9,53       | 9,93    | 9,90    | 9,73    |
| -10             | *              | 9,48       | 9,81    | 9,81    | 9,50    |
| -5              | 14,84          | 9,40       | 9,77    | 9,75    | 9,25    |
| 0               | 7,78           | 9,37       | 9,70    | 9,69    | 8,35    |
| 5               | 2,04           | 9,28       | 9,58    | 9,49    | 7,76    |
| 10              | -4,11          | 9,29       | 9,14    | 8,17    | 7,42    |
| 15              | -7,74          | 9,23       | 8,76    | 7,65    | 7,51    |
| 20              | -3,73          | 9,50       | 8,03    | 7,63    | 7,92    |
| 25              | 6,08           | 9,27       | 8,29    | 8,35    | 8,95    |
| 30              | 28,11          | 17,42      | 17,04   | 18,37   | 18,76   |
| 35              | *              | 17,64      | 18,86   | 18,71   | 18,83   |
| 40              | *              | 18,91      | 18,91   | 18,83   | 18,87   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.18  
Data Gerusan

$R_c = 50 \text{ cm}$        $h = 4,65 \text{ cm}$   
 $Q = 6667,13 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 25        | -0,06     |
| 2  |              | P1     | 75        | 0         |
| 3  |              | P6     | 25        | 0,93      |
| 4  |              | P6     | 75        | 2,17      |
| 5  |              | P10    | 25        | 0,79      |
| 6  |              | P10    | 75        | -1,62     |
| 7  | 30           | P1     | 25        | 1,77      |
| 8  |              | P1     | 50        | 0,62      |
| 9  |              | P6     | 25        | 1,38      |
| 10 |              | P6     | 50        | 0,64      |
| 11 |              | P10    | 25        | -0,95     |
| 12 |              | P10    | 50        | 1,45      |
| 13 | 45           | P1     | 50        | 0,67      |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,64      |
| 15 |              | P6     | 50        | 0,78      |
| 16 |              | P6     | 75        | -3,3      |
| 17 |              | P10    | 50        | 1,23      |
| 18 |              | P10    | 75        | 1,89      |
| 19 | 60           | P1     | 25        | 1,27      |
| 20 |              | P1     | 60        | 0,7       |
| 21 |              | P6     | 25        | 1,39      |
| 22 |              | P6     | 60        | -4,43     |
| 23 |              | P10    | 25        | -2,43     |
| 24 |              | P10    | 60        | -1,14     |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.1.4. Pengaliran Dengan $h = 5,23$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,39 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,40 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,19 cm dan di tikungan luar setebal 1,13cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,31 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,16 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 5,23$  cm, yang terjadi adalah endapan di sepanjang tikungan bagian luar, dan di akhir tikungan pada daerah tikungan dalam terjadi gerusan sedalam 0,31 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,26 cm, pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,22 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,38 cm dan di tikungan luar setebal 0,62cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,25 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,96 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 5,23$  cm, pada daerah tikungan luar mulai dari pertengahan tikungan ( $P_6$ ) sampai akhir tikungan ( $P_{10}$ ) terjadi gerusan rata-rata 1,40 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,62 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) setebal 0,22 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,26 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,45cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,90 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,50 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 5,23$  cm, terjadi pengendapan di daerah akhir tikungan luar setebal 0,70 cm, gerusan tidak terjadi baik di dasar saluran maupun di tebing saluran.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan ( $P_1$ ), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,3 cm, pada jarak 60 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,26 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,6 cm dan di tikungan luar endapan setebal 0,20 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,33 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,82 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 5,23$  cm, rata-rata terjadi endapan setebal 0,41 cm di daerah tikungan dalam, sedangkan di daerah tikungan luar mulai pertengahan tikungan ( $P_6$ ) sampai akhir tikungan ( $P_{10}$ ) terjadi gerusan dasar saluran rata-rata 1,30 cm

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 17,78 cm, dan periksa Tabel 5.19 – 5.24.

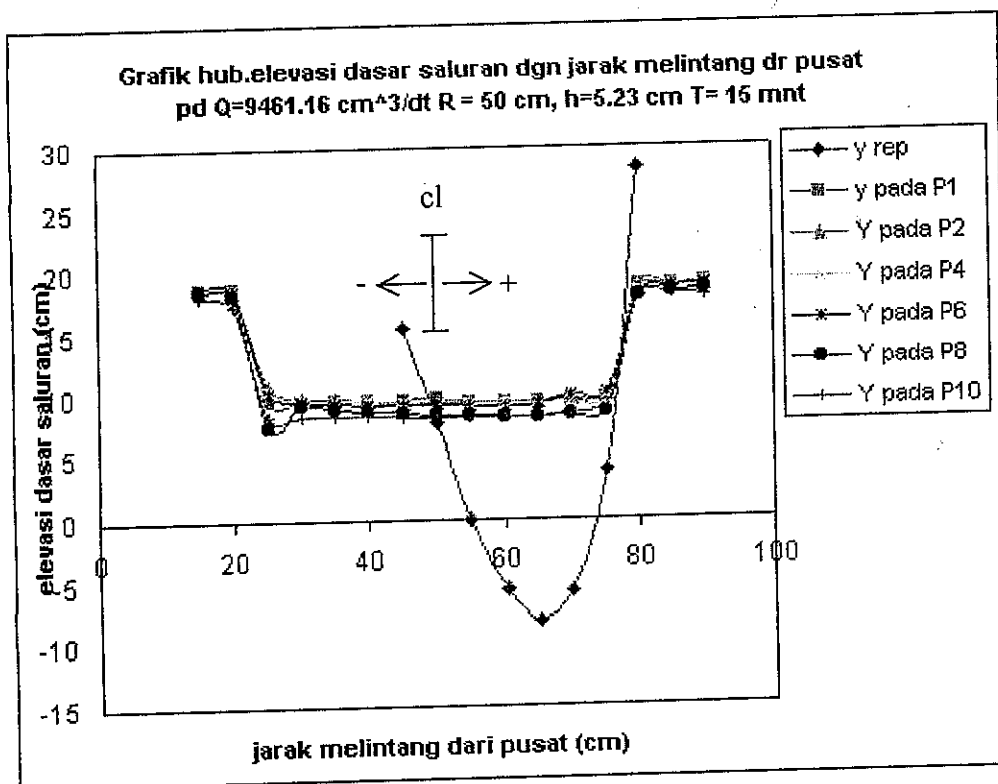
Tabel 5.19

Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,87         | 18,85 | 18,76 | 18,82 | 18,62 | 18,15 |
| -30             | *              | 18,79         | 18,75 | 18,78 | 18,75 | 18,36 | 17,41 |
| -25             | *              | 9,53          | 10,81 | 10,44 | 10,22 | 7,55  | 8,41  |
| -20             | *              | 9,62          | 9,83  | 9,76  | 9,64  | 9,19  | 8,37  |
| -15             | *              | 9,51          | 9,75  | 9,68  | 9,47  | 8,96  | 8,4   |
| -10             | *              | 9,51          | 9,54  | 9,54  | 9,31  | 8,73  | 8,32  |
| -5              | 15,5           | 9,51          | 9,43  | 9,4   | 9,24  | 8,61  | 8,21  |
| 0               | 7,81           | 9,7           | 9,37  | 9,31  | 9,16  | 8,41  | 8,17  |
| 5               | 0,08           | 9,5           | 9,29  | 9,29  | 9,14  | 8,41  | 8,16  |
| 10              | -5,65          | 9,47          | 9,28  | 9,28  | 9,13  | 8,13  | 8,2   |
| 15              | -8,28          | 9,49          | 9,35  | 9,32  | 9,19  | 8,26  | 8,28  |
| 20              | -5,7           | 9,53          | 9,52  | 9,36  | 9,9   | 8,31  | 8,6   |
| 25              | 3,9            | 9,53          | 9,87  | 9,57  | 10,16 | 8,47  | 9,36  |
| 30              | 28,19          | 18,9          | 18,52 | 18,36 | 18,16 | 17,91 | 18,05 |
| 35              | *              | 18,85         | 18,62 | 18,62 | 18,58 | 18,35 | 18,06 |
| 40              | *              | 18,94         | 18,89 | 18,87 | 18,85 | 18,5  | 18,05 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)





Tabel 5.20

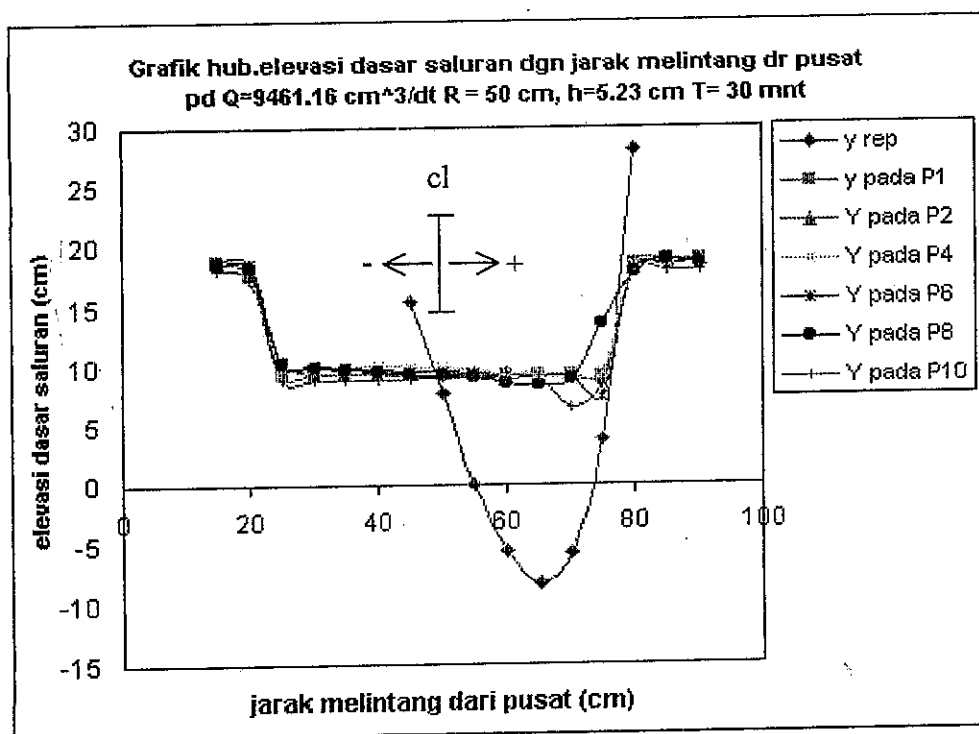
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$ 

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P10   |
| -35             | *              | 18,86         | 18,84 | 18,85 | 18,82 | 18,63 | 18,15 |
| -30             | *              | 17,82         | 17,9  | 18,65 | 18,7  | 18,36 | 17,4  |
| -25             | *              | 9,4           | 10,47 | 10,5  | 10,41 | 10,4  | 8,97  |
| -20             | *              | 9,41          | 9,5   | 10,09 | 10,13 | 10,01 | 8,99  |
| -15             | *              | 9,4           | 9,54  | 10,1  | 9,99  | 9,85  | 9     |
| -10             | *              | 9,38          | 9,52  | 10,11 | 9,81  | 9,56  | 9,01  |
| -5              | 15,5           | 9,37          | 9,59  | 10,03 | 9,72  | 9,22  | 9,03  |
| 0               | 7,81           | 9,35          | 9,55  | 9,95  | 9,65  | 9,23  | 9,1   |
| 5               | 0,08           | 9,34          | 9,53  | 9,63  | 9,47  | 9,18  | 9,06  |
| 10              | -5,65          | 9,37          | 9,41  | 9,52  | 9,29  | 8,59  | 8,98  |
| 15              | -8,28          | 9,31          | 9,29  | 9,4   | 9,1   | 8,51  | 8,95  |
| 20              | -5,7           | 9,23          | 9,23  | 8,7   | 9,08  | 8,99  | 6,58  |
| 25              | 3,9            | 9,04          | 9,05  | 9,5   | 7,5   | 13,64 | 8,5   |
| 30              | 28,19          | 18,47         | 18,52 | 18,35 | 18,14 | 17,89 | 17,97 |
| 35              | *              | 18,84         | 18,66 | 18,61 | 18,41 | 18,89 | 18,03 |
| 40              | *              | 18,92         | 18,86 | 18,87 | 18,8  | 18,49 | 18,07 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.21

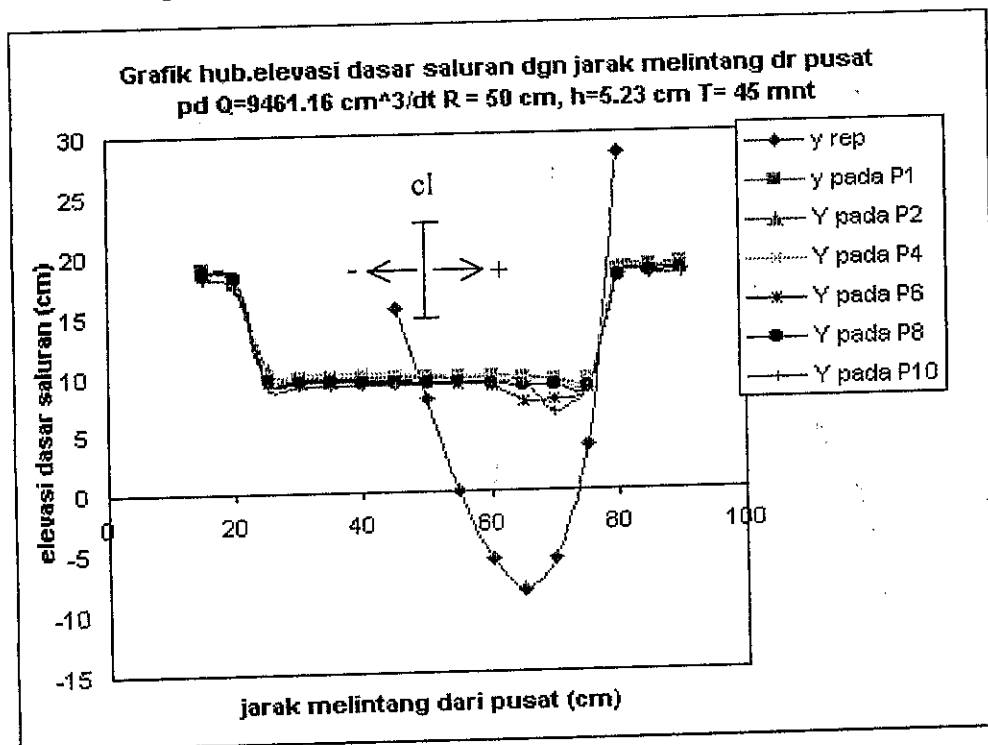
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$ 

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,86         | 18,83 | 18,83 | 18,81 | 18,52 | 18,14 |
| -30             | *              | 17,7          | 17,88 | 18,05 | 18,22 | 18,26 | 17,39 |
| -25             | *              | 9,7           | 10,4  | 10,17 | 9,65  | 9,57  | 9,02  |
| -20             | *              | 9,69          | 9,43  | 10,13 | 9,59  | 9,43  | 9,05  |
| -15             | *              | 9,71          | 9,48  | 10,05 | 9,52  | 9,32  | 9,06  |
| -10             | *              | 9,74          | 9,52  | 10,01 | 9,43  | 9,26  | 9,08  |
| -5              | 15,5           | 9,76          | 9,59  | 9,93  | 9,39  | 9,23  | 9,08  |
| 0               | 7,81           | 9,75          | 9,63  | 9,87  | 9,29  | 9,16  | 9,04  |
| 5               | 0,08           | 9,71          | 9,62  | 9,78  | 8,98  | 9,16  | 9,05  |
| 10              | -5,65          | 9,69          | 9,63  | 9,62  | 8,84  | 9,08  | 9,01  |
| 15              | -8,28          | 9,5           | 9,52  | 9,41  | 7,53  | 8,91  | 9,17  |
| 20              | -5,7           | 9,39          | 9,21  | 8,9   | 7,6   | 8,96  | 6,58  |
| 25              | 3,9            | 9,35          | 9     | 9,55  | 8,58  | 8,75  | 8,7   |
| 30              | 28,19          | 18,4          | 18,51 | 18,31 | 18,12 | 17,87 | 17,95 |
| 35              | *              | 18,82         | 18,64 | 18,58 | 18,35 | 18,3  | 18,02 |
| 40              | *              | 18,9          | 18,85 | 18,85 | 18,72 | 18,47 | 18,05 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.22

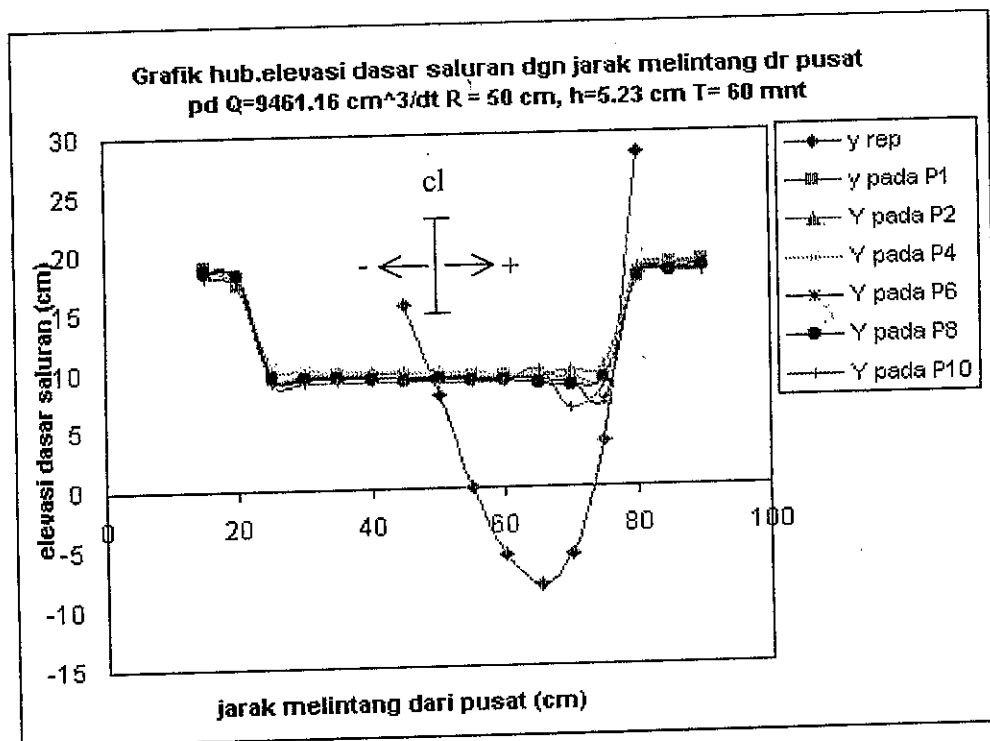
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$ 

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P10   |
| -35             | *              | 18,85         | 18,82 | 18,82 | 18,8  | 18,6  | 18,14 |
| -30             | *              | 17,34         | 17,85 | 18,05 | 18,16 | 18,22 | 17,38 |
| -25             | *              | 9,44          | 9,79  | 10,4  | 9,63  | 9,5   | 9,05  |
| -20             | *              | 9,43          | 9,68  | 10,03 | 9,57  | 9,41  | 9,07  |
| -15             | *              | 9,67          | 9,76  | 9,97  | 9,53  | 9,34  | 9,04  |
| -10             | *              | 9,45          | 9,79  | 9,92  | 9,45  | 9,23  | 9,06  |
| -5              | 15,5           | 9,45          | 9,82  | 9,82  | 9,4   | 9,14  | 9,05  |
| 0               | 7,81           | 9,46          | 9,82  | 9,76  | 9,41  | 9,15  | 8,94  |
| 5               | 0,08           | 9,44          | 9,48  | 9,67  | 9,28  | 9,09  | 8,93  |
| 10              | -5,65          | 9,39          | 9,46  | 9,53  | 9,22  | 9     | 8,94  |
| 15              | -8,28          | 9,35          | 9,6   | 9,46  | 9     | 8,63  | 9,84  |
| 20              | -5,7           | 9,3           | 9,78  | 8,7   | 8,68  | 8,5   | 6,58  |
| 25              | 3,9            | 9,05          | 10,09 | 9,21  | 7,2   | 9     | 8,78  |
| 30              | 28,19          | 17,5          | 18,49 | 18,3  | 18,09 | 17,75 | 17,93 |
| 35              | *              | 18,83         | 18,63 | 18,55 | 18,3  | 18,12 | 17,99 |
| 40              | *              | 18,87         | 18,84 | 18,6  | 18,75 | 18,36 | 18,04 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

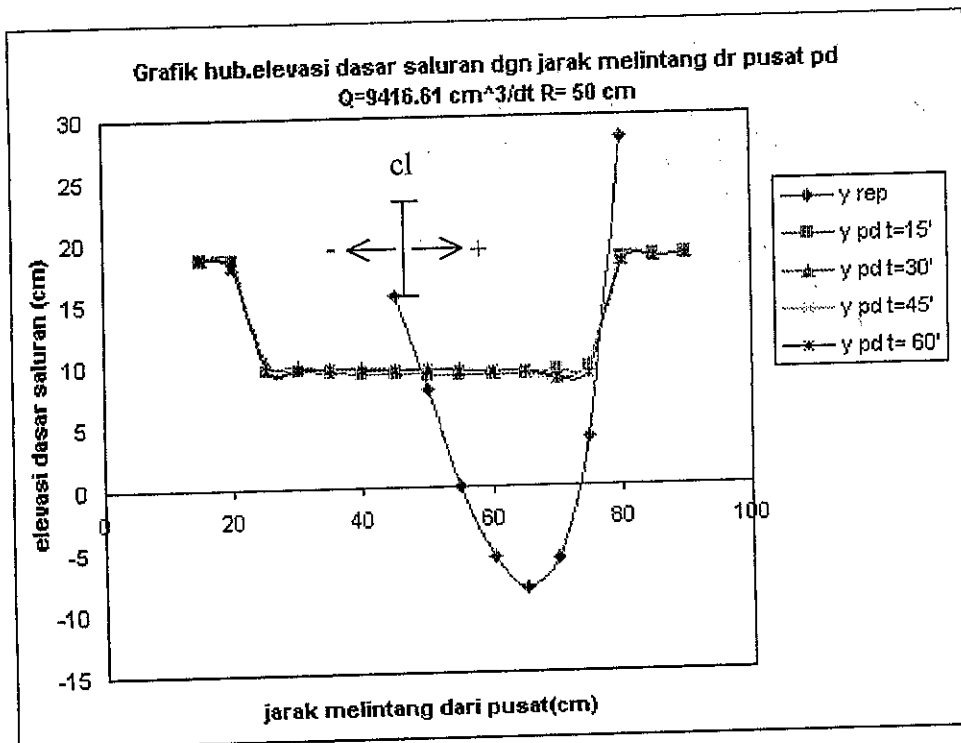


Tabel 5.23  
 Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,68      | 18,69   | 18,67   | 18,67   |
| -30             | *              | 18,47      | 18,14   | 17,92   | 17,83   |
| -25             | *              | 9,49       | 10,03   | 9,75    | 9,64    |
| -20             | *              | 9,40       | 9,69    | 9,55    | 9,53    |
| -15             | *              | 9,30       | 9,65    | 9,52    | 9,55    |
| -10             | *              | 9,16       | 9,57    | 9,51    | 9,48    |
| -5              | 15,5           | 9,07       | 9,49    | 9,50    | 9,45    |
| 0               | 7,81           | 9,02       | 9,47    | 9,46    | 9,42    |
| 5               | 0,08           | 8,97       | 9,37    | 9,38    | 9,32    |
| 10              | -5,65          | 8,92       | 9,19    | 9,31    | 9,26    |
| 15              | -8,28          | 8,98       | 9,09    | 9,01    | 9,31    |
| 20              | -5,7           | 9,20       | 8,64    | 8,44    | 8,59    |
| 25              | 3,9            | 9,49       | 9,54    | 8,99    | 8,89    |
| 30              | 28,19          | 18,32      | 18,22   | 18,19   | 18,01   |
| 35              | *              | 18,51      | 18,57   | 18,45   | 18,40   |
| 40              | *              | 18,68      | 18,67   | 18,64   | 18,58   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.24  
Data Gerusan

$R_c = 50 \text{ cm}$        $h = 5,23 \text{ cm}$   
 $Q = 9461,16 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 25        | 0,39      |
| 2  |              | P1     | 75        | 0,4       |
| 3  |              | P6     | 25        | 1,19      |
| 4  |              | P6     | 75        | 1,13      |
| 5  |              | P10    | 25        | -0,31     |
| 6  |              | P10    | 75        | 1,16      |
| 7  | 30           | P1     | 25        | 0,26      |
| 8  |              | P1     | 50        | 0,22      |
| 9  |              | P6     | 25        | 1,38      |
| 10 |              | P6     | 50        | 0,62      |
| 11 |              | P10    | 25        | 0,25      |
| 12 |              | P10    | 50        | 0,96      |
| 13 | 45           | P1     | 50        | 0,62      |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,22      |
| 15 |              | P6     | 50        | 0,26      |
| 16 |              | P6     | 75        | -0,45     |
| 17 |              | P10    | 50        | 0,9       |
| 18 |              | P10    | 75        | 0,5       |
| 19 | 60           | P1     | 25        | 0,3       |
| 20 |              | P1     | 60        | 0,26      |
| 21 |              | P6     | 25        | 0,6       |
| 22 |              | P6     | 60        | 0,2       |
| 23 |              | P10    | 25        | 0,33      |
| 24 |              | P10    | 60        | 0,82      |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.1.5. Pengaliran Dengan $h = 7,29$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan dan gerusan tidak terjadi, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan dan gerusan tidak terjadi. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan dan gerusan tidak terjadi, dan di tikungan luar endapan setebal 0,65 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,83 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,88 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 7,29$  cm, perubahan pada arah horizontal atau tebing saluran terjadi, untuk bagian dalam sebesar 5,0 cm dan bagian tikungan luar 6,0 cm. Hal ini disebabkan pengaruh pergerakan muka air (fluktuasi gelombang) lebih merusak tebing saluran.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,01 cm, pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,22 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,29 cm dan di tikungan luar endapan setebal 0,97 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 2,73 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,26 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 7,29$  cm, perubahan di dasar saluran adalah endapan. Pada akhir tikungan profil  $P_{10}$  di tikungan dalam endapan setebal 2,73 cm dan di tengah saluran endapan setebal 1,26 cm. Kelongsoran tebing ke arah horizontal di tikungan dalam besarnya 5,0 cm dan di bagian tikungan luar besarnya 6,5 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,08 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,18 cm.

Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,93 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,42 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,43 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 2,18 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 7,29$  cm, perubahan arah horizontal di daerah pertengahan tikungan  $P_6$  sampai akhir tikungan  $P_{10}$  besarnya sama dengan pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan ( $P_1$ ), pada jarak 25 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,71 cm, pada jarak 60 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,02 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 2,64 cm dan di tikungan luar endapan setebal 0,48 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,03 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,47 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 7,29$  cm, perubahan dasar saluran pada tikungan dalam ( $P_6$ ) gerusan sedalam 2,64 cm sedangkan kelongosan tebing saluran tidak ada perubahan.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 25,90 cm, dan periksa Tabel 5.25 – 5.30.

Tabel 5.25

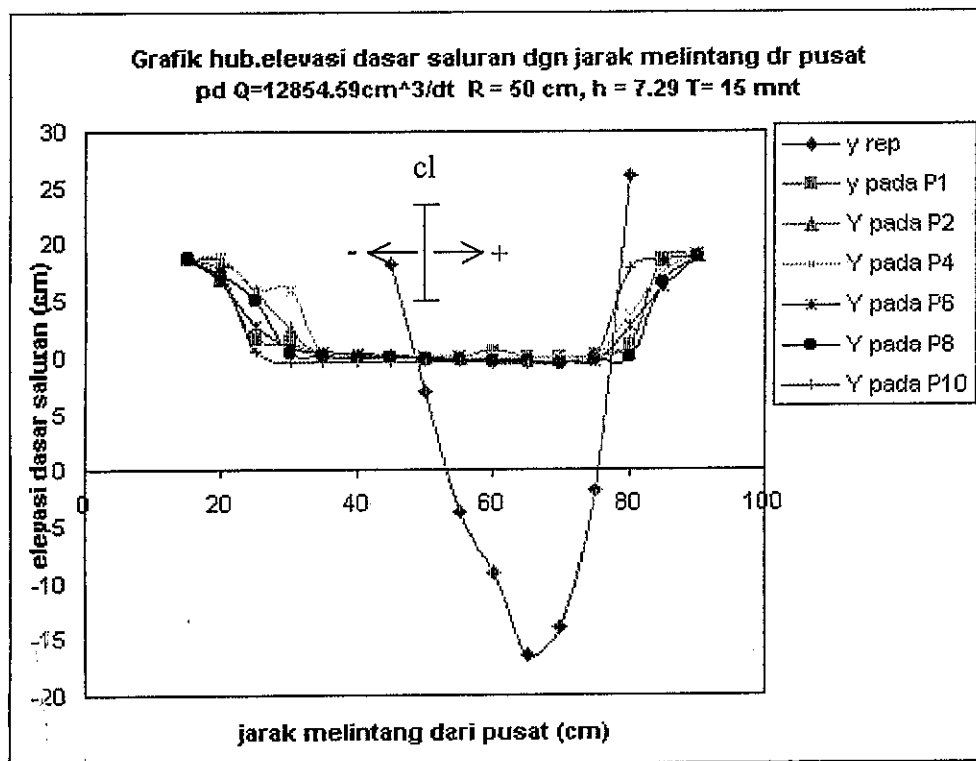
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$ 

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,55         | 18,8  | 18,76 | 18,78 | 18,78 | 18,8  |
| -30             | *              | 16,63         | 18,59 | 18,68 | 16,72 | 17,19 | 17,45 |
| -25             | *              | 11,67         | 15,79 | 15,98 | 12,79 | 15    | 10,6  |
| -20             | *              | 11,2          | 12,6  | 16,03 | 10,97 | 10,29 | 9,68  |
| -15             | *              | 10,08         | 10,22 | 10,38 | 10,48 | 10,06 | 9,66  |
| -10             | *              | 9,95          | 10,19 | 10,25 | 10,31 | 9,92  | 9,63  |
| -5              | 18,14          | 9,9           | 10,08 | 10,14 | 10,11 | 9,88  | 9,57  |
| 0               | 6,97           | 9,98          | 9,97  | 10,11 | 9,92  | 9,85  | 9,51  |
| 5               | -3,73          | 9,97          | 9,93  | 10,02 | 9,84  | 9,85  | 9,52  |
| 10              | -9,09          | 10,44         | 9,93  | 9,95  | 9,79  | 9,63  | 9,48  |
| 15              | -16,4          | 9,89          | 9,91  | 9,93  | 9,67  | 9,5   | 9,45  |
| 20              | -14,09         | 9,93          | 9,97  | 9,92  | 9,5   | 9,49  | 9,63  |
| 25              | -1,87          | 10,21         | 10,18 | 9,98  | 9,68  | 9,78  | 10,08 |
| 30              | 26,02          | 11,16         | 11,21 | 13,66 | 12,85 | 10    | 17,78 |
| 35              | *              | 18,56         | 18,53 | 17,51 | 16,17 | 16,58 | 18,56 |
| 40              | *              | 18,9          | 18,93 | 18,87 | 18,72 | 18,82 | 18,82 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



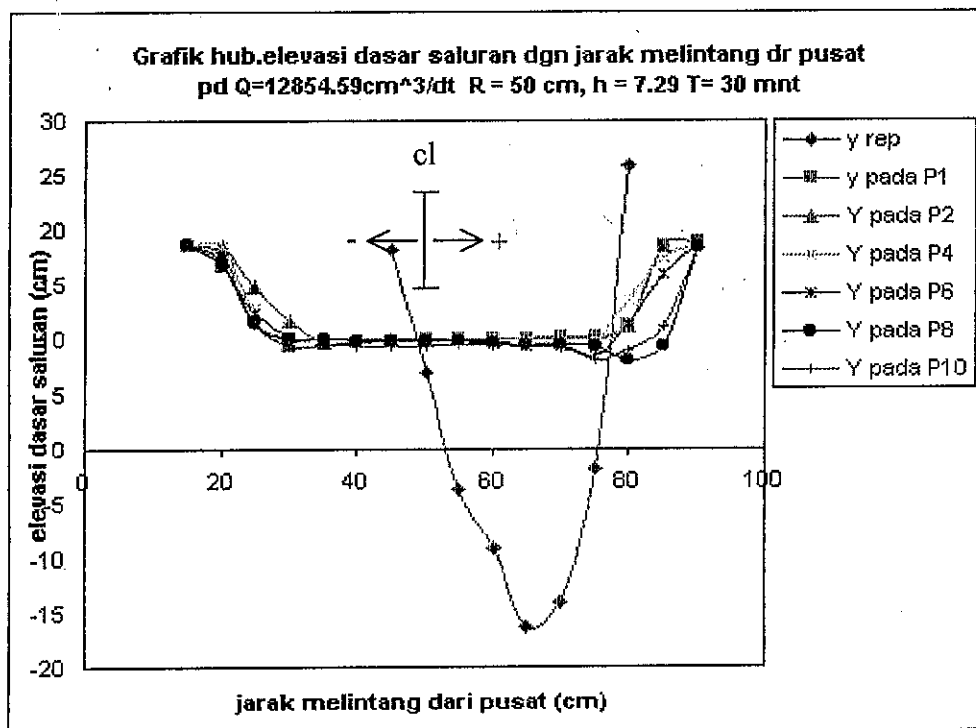


Tabel 5.26  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P10   |
| -35             | *              | 18,54         | 18,78 | 18,76 | 18,74 | 18,76 | 18,75 |
| -30             | *              | 16,63         | 18,53 | 18,65 | 16,63 | 17,12 | 17,8  |
| -25             | *              | 11,68         | 14,82 | 12,83 | 12,5  | 11,5  | 11,45 |
| -20             | *              | 9,35          | 11,7  | 10    | 10,2  | 10,13 | 9,5   |
| -15             | *              | 9,5           | 9,77  | 10,02 | 10,12 | 10,04 | 9,46  |
| -10             | *              | 9,78          | 9,85  | 10,03 | 10,09 | 9,89  | 9,31  |
| -5              | 18,14          | 9,97          | 10    | 10,04 | 10,04 | 9,83  | 9,38  |
| 0               | 6,97           | 10,1          | 10,08 | 10,04 | 10    | 9,96  | 9,4   |
| 5               | -3,73          | 10,08         | 10,07 | 9,92  | 9,86  | 9,96  | 9,43  |
| 10              | -9,09          | 10,11         | 10,06 | 9,61  | 9,53  | 9,69  | 9,4   |
| 15              | -16,4          | 10,14         | 10,07 | 9,63  | 9,4   | 9,61  | 9,45  |
| 20              | -14,09         | 10,2          | 10,08 | 9,62  | 9,35  | 9,47  | 9,24  |
| 25              | -1,87          | 10,23         | 10,11 | 9,62  | 8,5   | 9,31  | 8,05  |
| 30              | 26,02          | 11,3          | 11,18 | 13,52 | 11,3  | 8,13  | 9,05  |
| 35              | *              | 18,55         | 18,55 | 17,46 | 16    | 9,33  | 11,18 |
| 40              | *              | 18,88         | 18,92 | 18,53 | 18,59 | 18,38 | 18,42 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

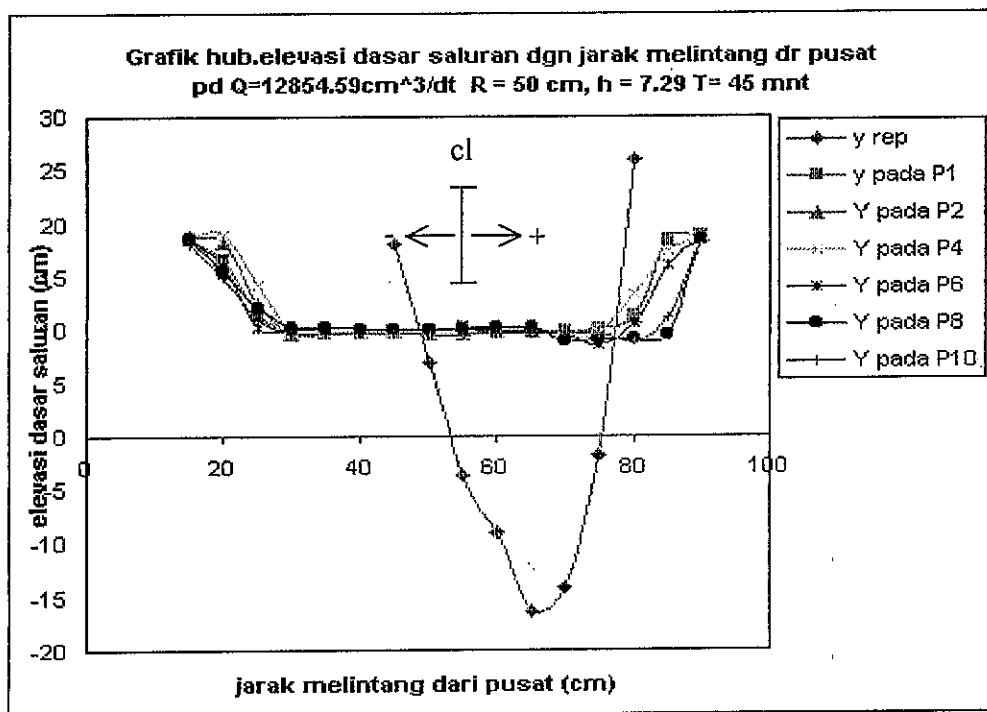


Tabel 5.27  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P10   |
| -35             | *              | 18,52         | 18,79 | 18,76 | 18,71 | 18,68 | 18,03 |
| -30             | *              | 16,6          | 18,21 | 18,94 | 16,1  | 15,58 | 15,05 |
| -25             | *              | 11,48         | 12,36 | 14,26 | 10,25 | 12,06 | 10,9  |
| -20             | *              | 9,59          | 9,64  | 9,85  | 10,23 | 10,3  | 9,7   |
| -15             | *              | 9,62          | 9,93  | 9,82  | 10,2  | 10,23 | 9,7   |
| -10             | *              | 9,68          | 9,82  | 9,82  | 10,12 | 10,11 | 9,66  |
| -5              | 18,14          | 9,74          | 9,79  | 9,78  | 10,04 | 10,02 | 9,61  |
| 0               | 6,97           | 9,8           | 9,74  | 9,75  | 9,96  | 9,98  | 9,57  |
| 5               | -3,73          | 10,28         | 9,71  | 9,73  | 9,95  | 9,98  | 9,51  |
| 10              | -9,09          | 9,76          | 9,8   | 10,28 | 9,92  | 10,31 | 9,6   |
| 15              | -16,4          | 9,82          | 9,93  | 9,88  | 9,81  | 10,23 | 9,64  |
| 20              | -14,09         | 9,87          | 9,48  | 9,51  | 9,57  | 9,01  | 9,7   |
| 25              | -1,87          | 10,03         | 9,98  | 9,62  | 8,61  | 9,1   | 9,59  |
| 30              | 26,02          | 11,25         | 11,16 | 13,41 | 10,62 | 9,13  | 8,98  |
| 35              | *              | 18,54         | 18,51 | 17,43 | 16,09 | 9,51  | 11,16 |
| 40              | *              | 18,86         | 18,9  | 18,52 | 18,42 | 18,38 | 18,38 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.28

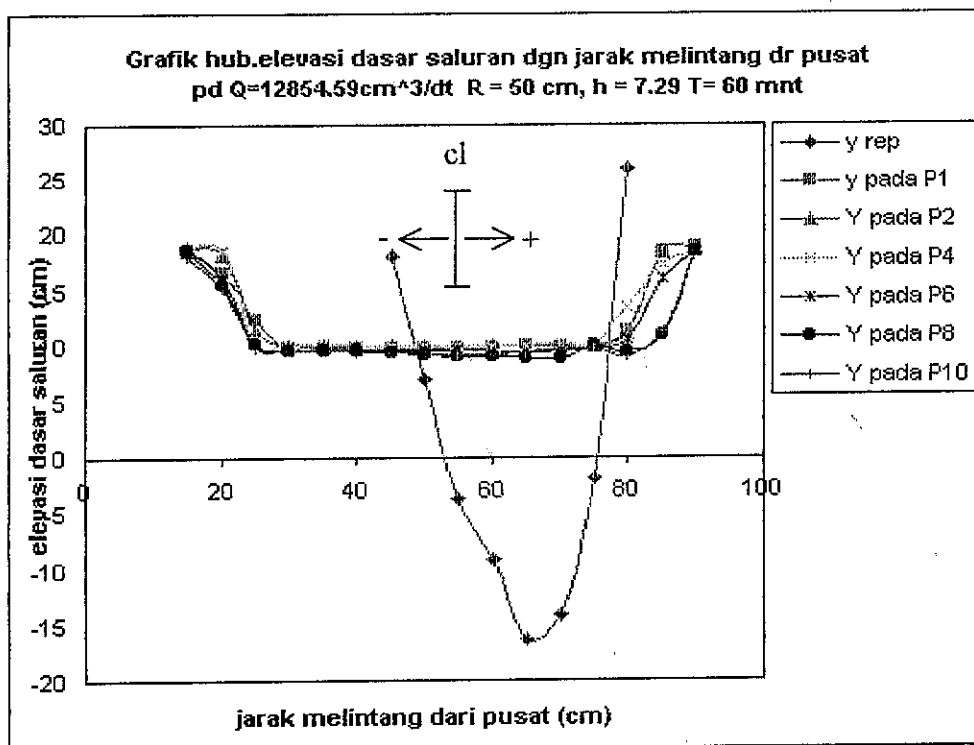
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 50 \text{ cm}, \quad h = 7.29 \text{ cm} \quad t = 60 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P2    | P4    | P6    | P8    | P 10  |
| -35             | *              | 18,51         | 18,76 | 18,75 | 18,7  | 18,65 | 18,02 |
| -30             | *              | 16,55         | 18,19 | 18,61 | 16,08 | 15,46 | 15,04 |
| -25             | *              | 12,38         | 11,47 | 10,2  | 10,15 | 10,06 | 9,79  |
| -20             | *              | 9,8           | 9,98  | 10,21 | 9,54  | 9,66  | 9,67  |
| -15             | *              | 9,82          | 9,96  | 10,1  | 9,61  | 9,63  | 9,6   |
| -10             | *              | 9,82          | 9,92  | 9,9   | 9,62  | 9,64  | 9,5   |
| -5              | 18,14          | 9,83          | 9,88  | 10,01 | 9,62  | 9,45  | 9,38  |
| 0               | 6,97           | 9,85          | 9,89  | 9,92  | 9,62  | 9,24  | 9,15  |
| 5               | -3,73          | 9,84          | 9,86  | 9,88  | 9,57  | 9,12  | 9,14  |
| 10              | -9,09          | 9,84          | 9,89  | 10,02 | 9,5   | 9,04  | 9,19  |
| 15              | -16,4          | 9,88          | 9,95  | 10,05 | 9,44  | 8,87  | 9,32  |
| 20              | -14,09         | 9,86          | 9,97  | 10,14 | 9,59  | 8,88  | 9,61  |
| 25              | -1,87          | 9,9           | 10,05 | 10,2  | 9,74  | 9,94  | 9,82  |
| 30              | 26,02          | 11,21         | 11,14 | 13,38 | 10,57 | 9,43  | 8,99  |
| 35              | *              | 18,51         | 18,47 | 17,29 | 15,98 | 10,87 | 11,2  |
| 40              | *              | 18,85         | 18,86 | 18,5  | 18,38 | 18,35 | 18,34 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

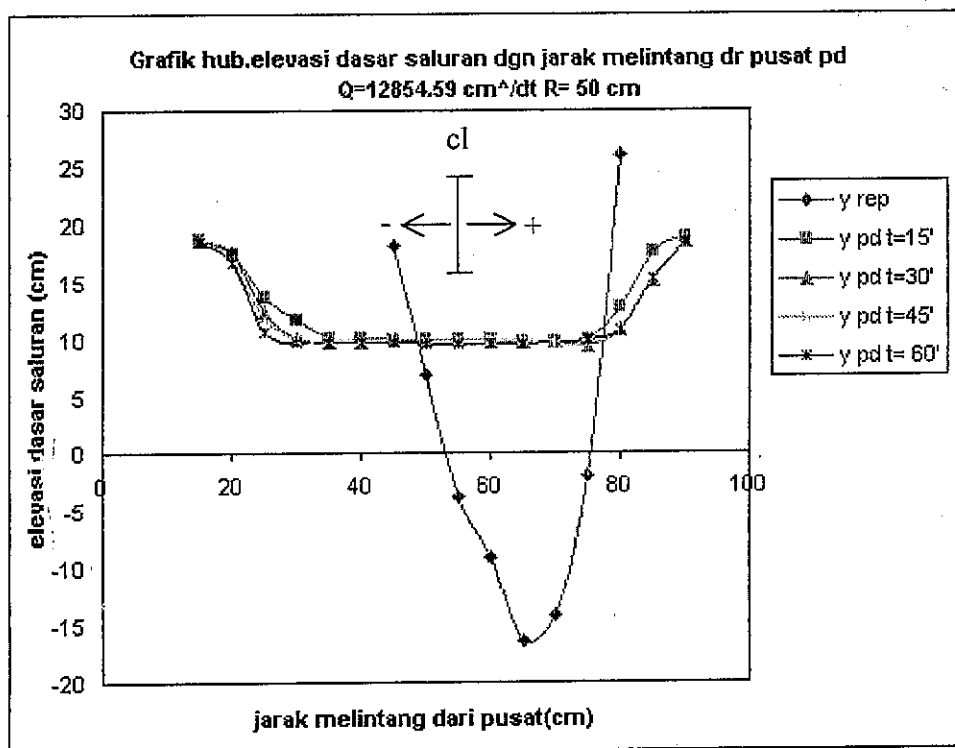


Tabel 5.29  
Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,75      | 18,72   | 18,58   | 18,57   |
| -30             | *              | 17,54      | 17,56   | 16,75   | 16,66   |
| -25             | *              | 13,64      | 12,46   | 11,89   | 10,68   |
| -20             | *              | 11,80      | 10,15   | 9,89    | 9,81    |
| -15             | *              | 10,15      | 9,82    | 9,92    | 9,79    |
| -10             | *              | 10,04      | 9,83    | 9,87    | 9,73    |
| -5              | 18,14          | 9,95       | 9,88    | 9,83    | 9,70    |
| 0               | 6,97           | 9,89       | 9,93    | 9,80    | 9,61    |
| 5               | -3,73          | 9,86       | 9,89    | 9,86    | 9,57    |
| 10              | -9,09          | 9,87       | 9,73    | 9,95    | 9,58    |
| 15              | -16,4          | 9,73       | 9,72    | 9,89    | 9,59    |
| 20              | -14,09         | 9,74       | 9,66    | 9,52    | 9,68    |
| 25              | -1,87          | 9,99       | 9,30    | 9,49    | 9,94    |
| 30              | 26,02          | 12,78      | 10,75   | 10,76   | 10,79   |
| 35              | *              | 17,65      | 15,18   | 15,21   | 15,39   |
| 40              | *              | 18,84      | 18,62   | 18,58   | 18,55   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.30  
Data Gerusan

$R_c = 50 \text{ cm}$        $h = 7,29 \text{ cm}$   
 $Q = 12854,59 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 25        | 0         |
| 2  |              | P1     | 75        | 0         |
| 3  |              | P6     | 25        | 0         |
| 4  |              | P6     | 75        | 0,65      |
| 5  |              | P10    | 25        | 1,88      |
| 6  |              | P10    | 75        | 1,88      |
| 7  | 30           | P1     | 25        | 0,01      |
| 8  |              | P1     | 50        | 0,22      |
| 9  |              | P6     | 25        | -0,29     |
| 10 |              | P6     | 50        | 0,97      |
| 11 |              | P10    | 25        | 2,73      |
| 12 |              | P10    | 50        | 1,26      |
| 13 | 45           | P1     | 50        | -0,08     |
| 14 |              | P1     | 75        | -0,18     |
| 15 |              | P6     | 50        | 0,93      |
| 16 |              | P6     | 75        | -0,42     |
| 17 |              | P10    | 50        | 1,43      |
| 18 |              | P10    | 75        | 2,18      |
| 19 | 60           | P1     | 25        | 0,71      |
| 20 |              | P1     | 60        | -0,02     |
| 21 |              | P6     | 25        | -2,64     |
| 22 |              | P6     | 60        | 0,48      |
| 23 |              | P10    | 25        | 1,03      |
| 24 |              | P10    | 60        | 0,47      |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

Tabel 5.31  
Rangkuman Proses Pengaliran di  $R_c = 50 \text{ cm}$

| h<br>(cm) | waktu<br>t menit | Endapan<br>tertebal (cm) | Gerusan Terdalam (cm) |           |
|-----------|------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
|           |                  |                          | Ripley                | Data Lab. |
| 3,08      | 15               | 0,28                     | 9,12                  | 0,01      |
|           | 30               | 0,61                     | 9,12                  | 0,00      |
|           | 45               | 0,51                     | 9,12                  | 0,18      |
|           | 60               | 1,89                     | 9,12                  | 1,24      |
| 4,06      | 15               | 2,01                     | 13,73                 | 0,70      |
|           | 30               | 0,96                     | 13,73                 | 0,90      |
|           | 45               | 0,43                     | 13,73                 | --        |
|           | 60               | 0,51                     | 13,73                 | 0,10      |
| 4,65      | 15               | 2,17                     | 17,24                 | 1,62      |
|           | 30               | 1,77                     | 17,24                 | 0,95      |
|           | 45               | 1,89                     | 17,24                 | 3,30      |
|           | 60               | 1,27                     | 17,24                 | 4,43      |
| 5,23      | 15               | 1,19                     | 17,78                 | 0,31      |
|           | 30               | 1,38                     | 17,78                 | --        |
|           | 45               | 0,9                      | 17,78                 | 0,45      |
|           | 60               | 0,82                     | 17,78                 | --        |
| 7,29      | 15               | 1,88                     | 25,9                  | 0,00      |
|           | 30               | 2,73                     | 25,9                  | 0,29      |
|           | 45               | 2,18                     | 25,9                  | 0,42      |
|           | 60               | 1,03                     | 25,9                  | 2,64      |

### **5.1.2.2. Kedalaman Gerusan $R_c = 75$ cm**

#### **5.1.2.2.1. Pengaliran Dengan $h = 3,08$ cm**

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

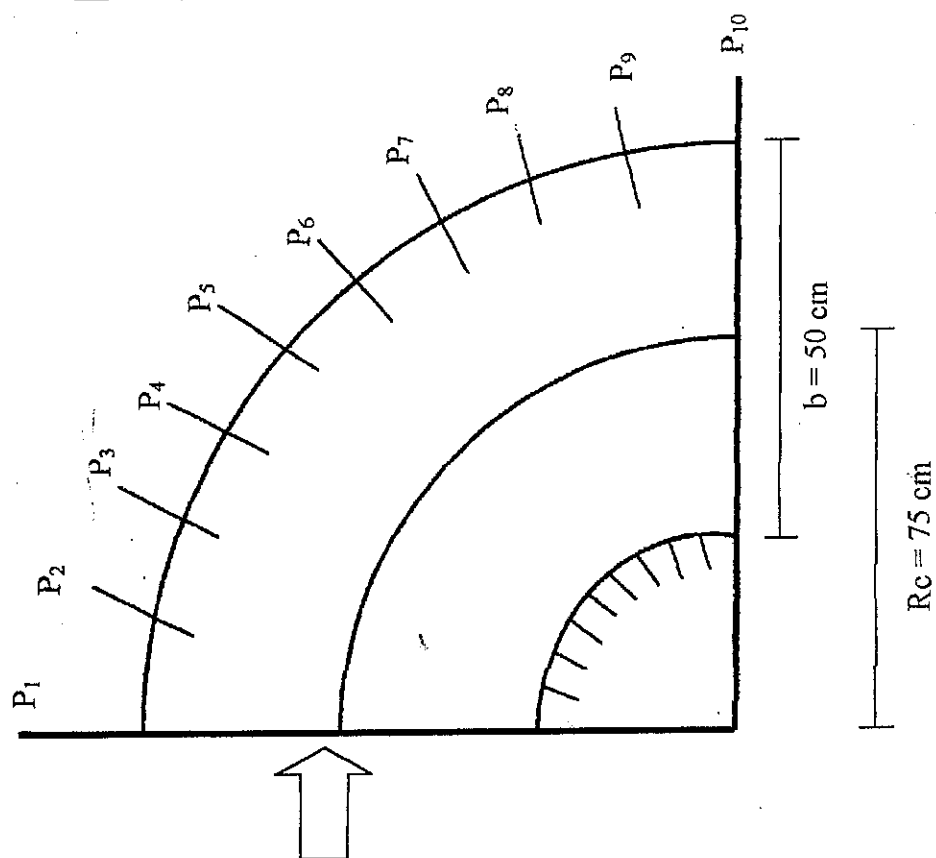
Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,31 cm, pada jarak 100cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,33 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,14 cm, di tikungan luar gerusan sedalam 0,47 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,14 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,76 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 3,08$  cm, gerusan yang terjadi pada akhir tikungan atau profil  $P_{10}$  dan di tikungan luar sedalam 0,76 cm, kelongsoran tebing di tikungan dalam 3,50 cm arah horizontal.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

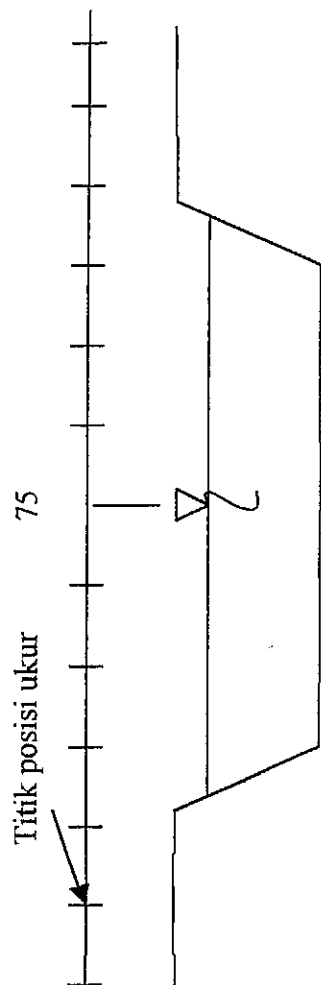
Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,02 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,07 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,63 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 3,16 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 4,92 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,47 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 3,08$  cm, gerusan yang terdalam 3,16 cm di daerah pertengahan tikungan atau  $P_6$ , di tengah saluran pada akhir tikungan atau profil  $P_{10}$  terjadi kelongsoran tebing 5,0 cm arah horizontal di daerah tikungan dalam.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,02 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 1,63 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 2,37 cm dan di tikungan luar endapan setebal 1,11 cm.



Gambar 5.7. Posisi pengukuran profil melintang



Gambar 5.8. Posisi pengukuran elevasi dasar saluran  
Pada setiap profil

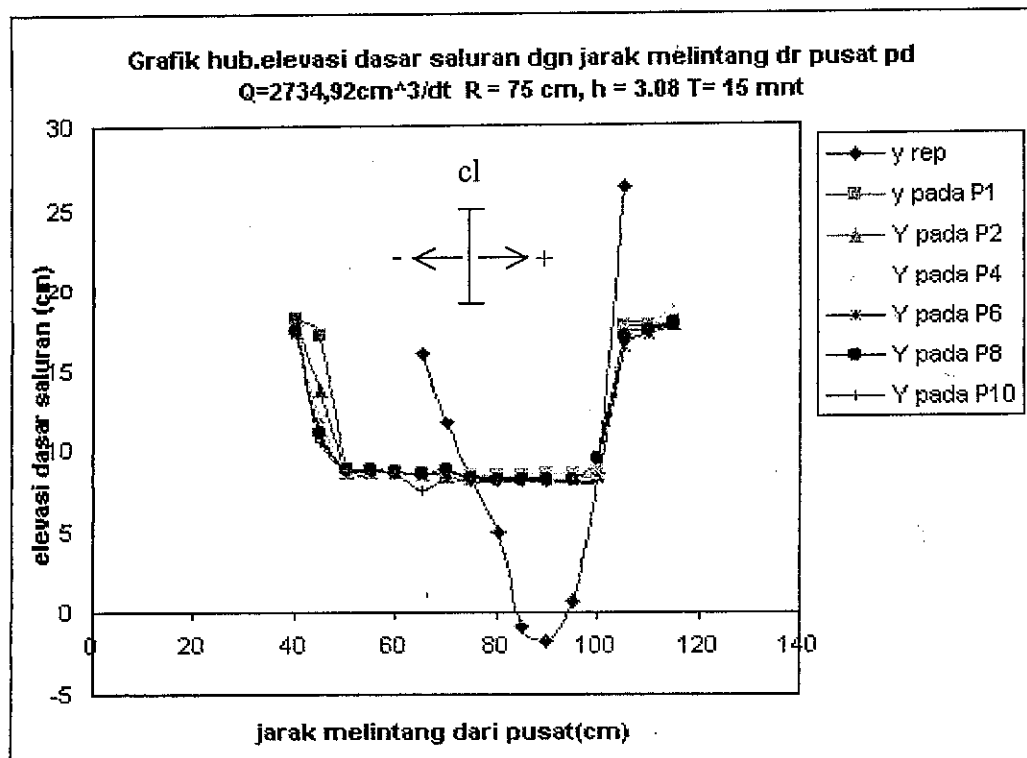


Tabel 5.32  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,25         | 18,23 | 17,51 | 17,33 | 17,38 | 17,48 |
| -30             | *              | 17,14         | 13,85 | 11,96 | 10,99 | 11,13 | 10,56 |
| -25             | *              | 8,83          | 8,8   | 8,8   | 9,01  | 8,89  | 8,82  |
| -20             | *              | 8,76          | 8,73  | 8,76  | 8,93  | 8,91  | 8,73  |
| -15             | *              | 8,69          | 8,68  | 8,7   | 8,79  | 8,78  | 8,57  |
| -10             | 16,05          | 8,58          | 8,6   | 8,63  | 8,65  | 8,6   | 7,56  |
| -5              | 11,76          | 8,56          | 8,52  | 8,52  | 8,55  | 8,92  | 8,35  |
| 0               | 8,36           | 8,47          | 8,4   | 8,4   | 8,44  | 8,38  | 8,14  |
| 5               | 4,98           | 8,46          | 8,47  | 8,44  | 8,38  | 8,24  | 8,13  |
| 10              | -0,79          | 8,5           | 8,54  | 8,48  | 8,3   | 8,22  | 8,12  |
| 15              | -1,82          | 8,58          | 8,61  | 8,57  | 8,25  | 8,2   | 8,11  |
| 20              | 0,66           | 8,57          | 8,62  | 8,63  | 8,24  | 8,23  | 8,16  |
| 25              | 8,67           | 8,8           | 8,67  | 8,7   | 8,39  | 9,48  | 8,2   |
| 30              | 26,3           | 17,7          | 17,59 | 17,61 | 16,42 | 17,02 | 17,3  |
| 35              | *              | 17,7          | 17,66 | 17,65 | 17,2  | 17,4  | 17,51 |
| 40              | *              | 17,89         | 17,79 | 18,85 | 17,63 | 17,76 | 17,88 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

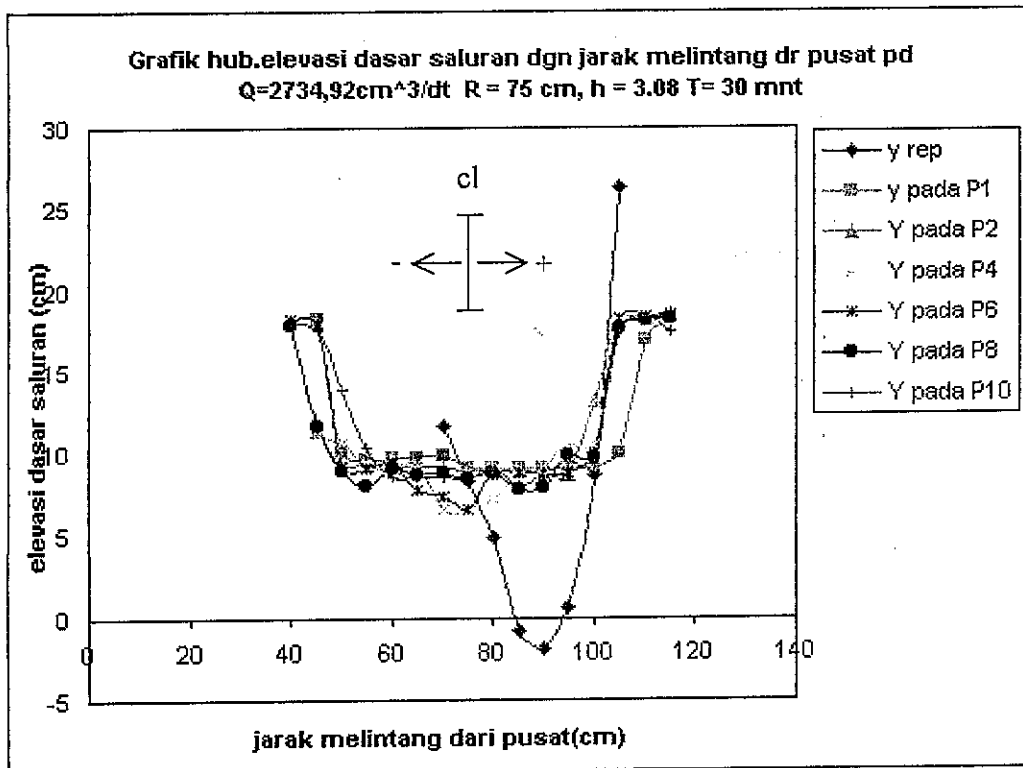


Tabel 5.33  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,35         | 18,12 | 18,29 | 18,22 | 17,88 | 18    |
| -30             | *              | 18,24         | 11,48 | 11,15 | 18,05 | 11,7  | 17,62 |
| -25             | *              | 10,16         | 9,4   | 10,73 | 9,21  | 8,96  | 13,88 |
| -20             | *              | 9,62          | 9,33  | 9,36  | 9,11  | 8,12  | 10,46 |
| -15             | *              | 9,7           | 9,29  | 9,15  | 9,5   | 9,08  | 8,55  |
| -10             | 16,05          | 9,78          | 9,26  | 9,33  | 7,85  | 8,71  | 8,52  |
| -5              | 11,76          | 9,91          | 9,08  | 6,57  | 7,45  | 8,84  | 8,55  |
| 0               | 8,36           | 9,06          | 9     | 6,58  | 6,57  | 8,44  | 8,49  |
| 5               | 4,98           | 9,1           | 9     | 7,29  | 8,65  | 8,79  | 9,06  |
| 10              | -0,79          | 9,11          | 8,93  | 8,57  | 8,89  | 7,77  | 8,03  |
| 15              | -1,82          | 9,13          | 8,85  | 9,21  | 8,83  | 7,91  | 8,66  |
| 20              | 0,66           | 9,15          | 8,7   | 10,52 | 8,88  | 9,9   | 9,49  |
| 25              | 8,67           | 9,17          | 13,33 | 10,5  | 10,06 | 9,75  | 9,38  |
| 30              | 26,3           | 10,06         | 18,13 | 18,43 | 18,25 | 17,65 | 17,5  |
| 35              | *              | 16,98         | 18,3  | 18,42 | 18,39 | 18,09 | 18,41 |
| 40              | *              | 18,27         | 18,56 | 18,52 | 18,57 | 18,29 | 17,47 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

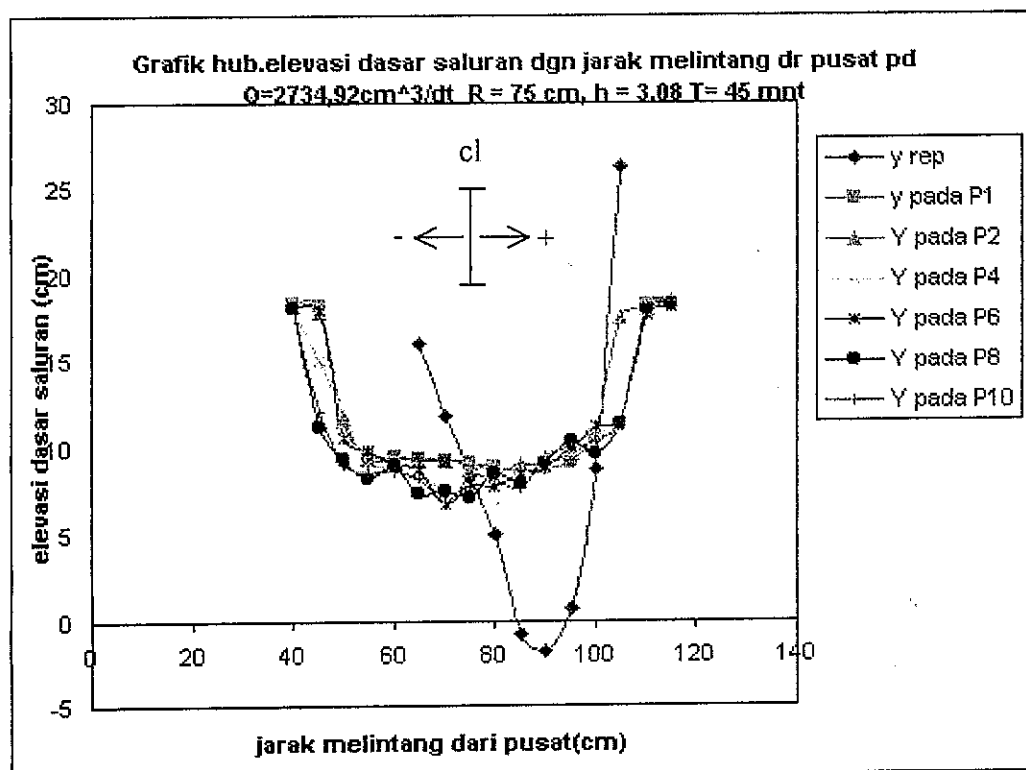


Tabel 5.34  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,32         | 18,3  | 18,1  | 18,1  | 18,1  | 18,09 |
| -30             | *              | 18,3          | 17,87 | 15,05 | 18,01 | 11,17 | 12,04 |
| -25             | *              | 11,5          | 11,67 | 12,02 | 10,6  | 9,4   | 9,01  |
| -20             | *              | 9,59          | 9,31  | 9,1   | 9,85  | 8,25  | 8,6   |
| -15             | *              | 9,41          | 9,35  | 8,9   | 9,01  | 9     | 8,57  |
| -10             | 16,05          | 9,32          | 9,25  | 8,91  | 8,75  | 7,4   | 8,2   |
| -5              | 11,76          | 9,26          | 9,2   | 7,28  | 6,7   | 7,47  | 6,87  |
| 0               | 8,36           | 9,15          | 9,13  | 6,58  | 7,85  | 7,18  | 8,35  |
| 5               | 4,98           | 8,81          | 8,65  | 6,59  | 7,8   | 8,51  | 8,05  |
| 10              | -0,79          | 8,62          | 8,97  | 7,69  | 8,5   | 7,9   | 7,6   |
| 15              | -1,82          | 8,71          | 8,96  | 8,68  | 8,85  | 9,1   | 9,42  |
| 20              | 0,66           | 9,15          | 9,65  | 9,6   | 10    | 10,28 | 9,91  |
| 25              | 8,67           | 10,76         | 10,95 | 10,8  | 11,18 | 9,63  | 10,3  |
| 30              | 26,3           | 11,25         | 17,56 | 11,16 | 11,5  | 11,33 | 11,35 |
| 35              | *              | 18,25         | 18,03 | 17,77 | 17,58 | 18,06 | 18,42 |
| 40              | *              | 18,29         | 18,47 | 18,1  | 18,1  | 18,28 | 18,48 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

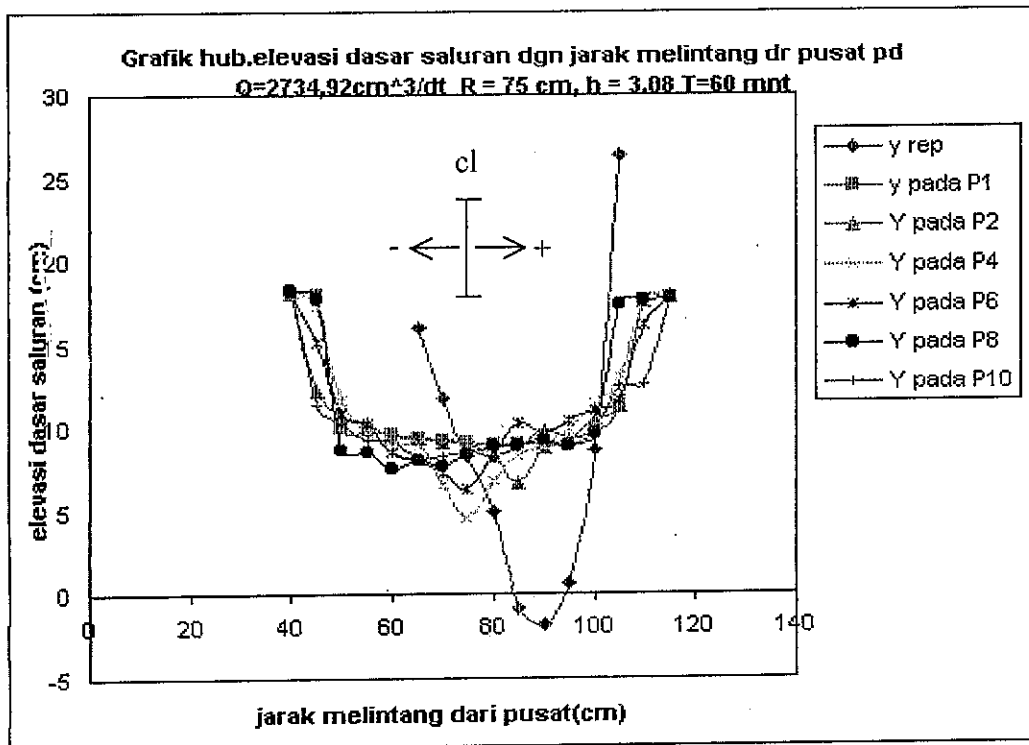


Tabel 5.35  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,05         | 18,3  | 18,24 | 18,24 | 18,26 | 18,28 |
| -30             | *              | 18,04         | 12,23 | 17,47 | 15,23 | 17,76 | 11,43 |
| -25             | *              | 10,02         | 10,8  | 11,61 | 10,87 | 8,7   | 10,28 |
| -20             | *              | 9,97          | 10,32 | 9,61  | 10,33 | 8,55  | 9,35  |
| -15             | *              | 9,61          | 9,6   | 8,97  | 8,56  | 7,59  | 9,3   |
| -10             | 16,05          | 9,4           | 9,47  | 9,07  | 8,01  | 8,11  | 8,2   |
| -5              | 11,76          | 9,25          | 9,2   | 6,58  | 7,33  | 7,72  | 8,35  |
| 0               | 8,36           | 9,19          | 9,05  | 4,65  | 6,29  | 8,45  | 8,51  |
| 5               | 4,98           | 9,08          | 8,28  | 6,84  | 8,46  | 8,9   | 8,31  |
| 10              | -0,79          | 9,01          | 6,65  | 8,25  | 10,29 | 8,95  | 8,75  |
| 15              | -1,82          | 8,92          | 8,8   | 8,97  | 9,68  | 9,35  | 9,86  |
| 20              | 0,66           | 8,9           | 9,31  | 9,86  | 10,4  | 8,95  | 9,41  |
| 25              | 8,67           | 9,66          | 10,48 | 11,33 | 10,98 | 9,66  | 9,88  |
| 30              | 26,3           | 11,32         | 11,22 | 13,1  | 11,61 | 17,45 | 12,5  |
| 35              | *              | 17,71         | 17,7  | 17,7  | 16,2  | 17,7  | 12,67 |
| 40              | *              | 17,86         | 17,88 | 17,88 | 17,89 | 17,86 | 17,88 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

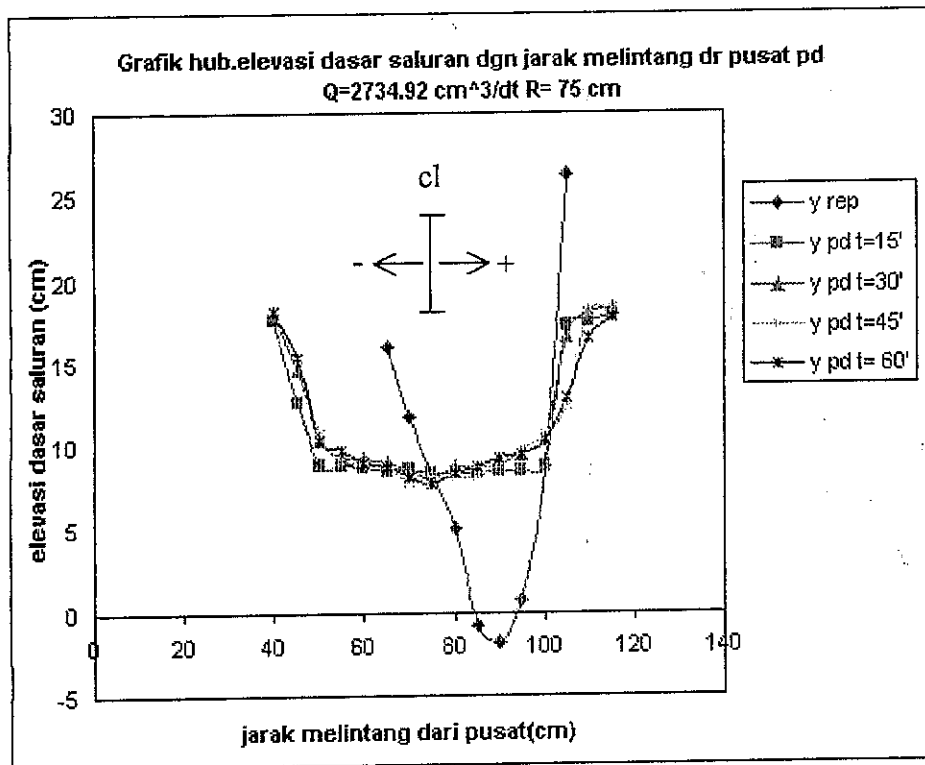


Tabel 5.36  
 Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 3.08 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | T = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 17,70      | 18,14   | 18,17   | 18,23   |
| -30             | *              | 12,61      | 14,71   | 15,41   | 15,36   |
| -25             | *              | 8,86       | 10,39   | 10,70   | 10,38   |
| -20             | *              | 8,80       | 9,33    | 9,12    | 9,69    |
| -15             | *              | 8,70       | 9,21    | 9,04    | 8,94    |
| -10             | 16,05          | 8,44       | 8,91    | 8,64    | 8,71    |
| -5              | 11,76          | 8,57       | 8,40    | 7,80    | 8,07    |
| 0               | 8,36           | 8,37       | 8,02    | 8,04    | 7,69    |
| 5               | 4,98           | 8,35       | 8,65    | 8,07    | 8,31    |
| 10              | -0,79          | 8,36       | 8,55    | 8,21    | 8,65    |
| 15              | -1,82          | 8,39       | 8,77    | 8,95    | 9,26    |
| 20              | 0,66           | 8,41       | 9,44    | 9,77    | 9,47    |
| 25              | 8,67           | 8,71       | 10,37   | 10,60   | 10,33   |
| 30              | 26,3           | 17,27      | 16,67   | 12,36   | 12,87   |
| 35              | *              | 17,52      | 18,10   | 18,02   | 16,61   |
| 40              | *              | 17,97      | 18,28   | 18,29   | 17,88   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.37  
Data gerusan

$R_c = 75 \text{ cm}$        $h = 3,08 \text{ cm}$   
 $Q = 2734,92 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 50        | -0,31     |
| 2  |              | P1     | 100       | -0,33     |
| 3  |              | P6     | 50        | -0,14     |
| 4  |              | P6     | 100       | -0,47     |
| 5  |              | P10    | 50        | -0,14     |
| 6  |              | P10    | 100       | -0,76     |
| 7  | 30           | P1     | 50        | 1,02      |
| 8  |              | P1     | 75        | -0,07     |
| 9  |              | P6     | 50        | 1,63      |
| 10 |              | P6     | 75        | -3,16     |
| 11 |              | P10    | 50        | 4,92      |
| 12 |              | P10    | 75        | -0,47     |
| 13 | 45           | P1     | 100       | 0,02      |
| 14 |              | P1     | 75        | 1,63      |
| 15 |              | P6     | 100       | -2,37     |
| 16 |              | P6     | 75        | 1,11      |
| 17 |              | P10    | 100       | -0,61     |
| 18 |              | P10    | 75        | 1,34      |
| 19 | 60           | P1     | 50        | 0,88      |
| 20 |              | P1     | 85        | -0,12     |
| 21 |              | P6     | 50        | 2,31      |
| 22 |              | P6     | 85        | -2,04     |
| 23 |              | P10    | 50        | 1,32      |
| 24 |              | P10    | 85        | -0,2      |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.2.2. Pengaliran Dengan $h = 4,06$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan tidak terjadi, pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,01 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,09 cm, di tikungan luar gerusan sedalam 0,13 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,33 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,35 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 4,06$  cm, kelongsoran tebing saluran baik di daerah tikungan dalam maupun di daerah tikungan luar belum terjadi.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,01 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,07 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,12 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,64 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,24 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,21 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 4,06$  cm, kelongsoran tebing saluran di daerah tikungan dalam sebesar 3,50 cm ke arah horizontal.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,14 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,03 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,45 cm dan di tikungan luar endapan setebal 2,07 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,14 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,15 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 4,06$  cm, kelongsoran tebing saluran di daerah tikungan dalam 3,0 cm dan endapan setebal 2,07 cm pada tengah saluran.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,02 cm, pada jarak 85 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,14 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,32 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 1,32 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,37 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,16 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 4,06$  cm, gerusan terdalam di pertengahan tikungan dan pada tengah saluran ke arah sisi luar dengan kedalaman 1,32 cm.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 10,87 cm, dan periksa Tabel 5.38 – 5.43.



Tabel 5.38

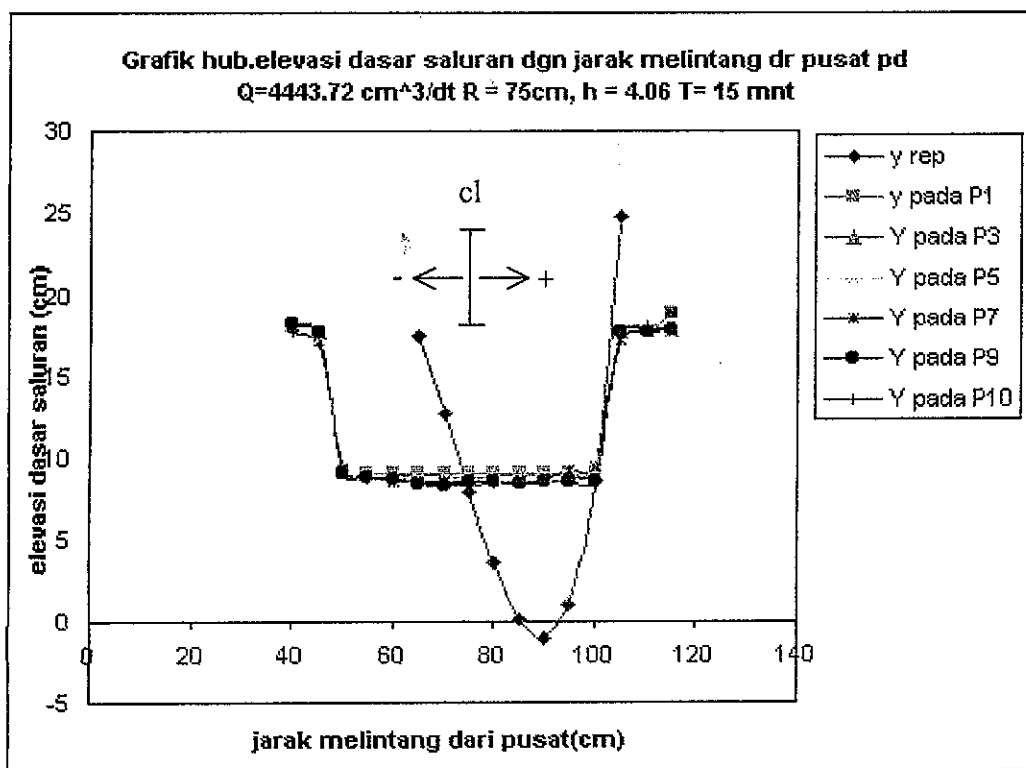
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 4.06 \text{ cm} \quad t = 15 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,3          | 18,23 | 18,24 | 18,18 | 18,24 | 17,7  |
| -30             | *              | 17,76         | 17,75 | 17,72 | 17,74 | 17,73 | 17    |
| -25             | *              | 9,12          | 9,18  | 9,1   | 9,11  | 9,11  | 9,65  |
| -20             | *              | 9,12          | 9,13  | 9,09  | 8,92  | 8,81  | 8,75  |
| -15             | *              | 9,13          | 9,03  | 8,88  | 8,64  | 8,65  | 8,66  |
| -10             | 17,45          | 9,11          | 9,01  | 8,72  | 8,6   | 8,4   | 8,61  |
| -5              | 12,73          | 9,1           | 8,99  | 8,61  | 8,54  | 8,38  | 8,38  |
| 0               | 7,93           | 9,07          | 8,88  | 8,56  | 8,56  | 8,59  | 8,35  |
| 5               | 3,67           | 9,07          | 8,93  | 8,6   | 8,52  | 8,52  | 8,4   |
| 10              | 0,12           | 9,08          | 8,96  | 8,5   | 8,56  | 8,51  | 8,57  |
| 15              | -1,06          | 9,1           | 9     | 8,58  | 8,67  | 8,58  | 8,63  |
| 20              | 1,03           | 9,11          | 9,03  | 8,61  | 9,21  | 8,63  | 8,75  |
| 25              | 8,55           | 9,13          | 9,09  | 8,72  | 9,5   | 8,64  | 9,55  |
| 30              | 24,82          | 17,68         | 17,66 | 17,22 | 17,26 | 17,68 | 17,65 |
| 35              | *              | 17,71         | 17,8  | 17,71 | 17,71 | 17,7  | 18,07 |
| 40              | *              | 18,86         | 17,89 | 17,89 | 17,85 | 17,87 | 17,9  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

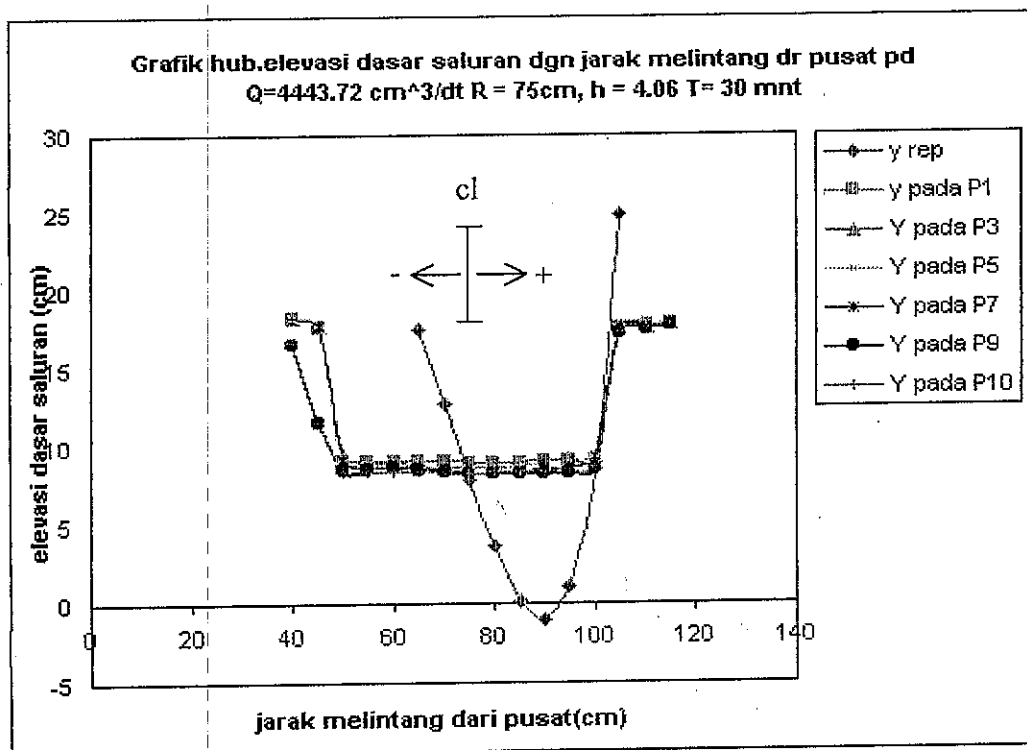


Tabel 5.39  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75\text{cm}$ ,  $h = 4.06 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P10   |
| -35             | *              | 18,28         | 18,27 | 18,25 | 18,15 | 16,59 | 16,67 |
| -30             | *              | 17,75         | 17,73 | 17,78 | 17,78 | 11,53 | 11,62 |
| -25             | *              | 9,13          | 9,5   | 8,93  | 9,2   | 8,56  | 8,48  |
| -20             | *              | 9,11          | 9,13  | 8,88  | 8,71  | 8,58  | 8,46  |
| -15             | *              | 9,1           | 8,91  | 8,62  | 8,66  | 8,63  | 8,45  |
| -10             | 17,45          | 9,1           | 8,87  | 8,53  | 8,52  | 8,57  | 8,43  |
| -5              | 12,73          | 9,08          | 8,72  | 8,4   | 8,51  | 8,4   | 8,38  |
| 0               | 7,93           | 9             | 8,63  | 8,36  | 8,3   | 8,32  | 8,35  |
| 5               | 3,67           | 9,01          | 8,69  | 8,29  | 8,38  | 8,33  | 8,4   |
| 10              | 0,12           | 9,01          | 8,75  | 8,94  | 8,43  | 8,32  | 8,39  |
| 15              | -1,06          | 9,05          | 9,01  | 8,57  | 8,6   | 8,3   | 8,42  |
| 20              | 1,03           | 9,07          | 9,22  | 8,63  | 8,62  | 8,33  | 8,49  |
| 25              | 8,55           | 9,1           | 9,3   | 8,7   | 9,33  | 8,58  | 8,7   |
| 30              | 24,82          | 17,66         | 17,66 | 17,61 | 17,57 | 17,29 | 17,42 |
| 35              | *              | 17,71         | 17,68 | 17,7  | 17,61 | 17,51 | 17,58 |
| 40              | *              | 17,89         | 17,88 | 17,86 | 17,83 | 17,74 | 17,85 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.40

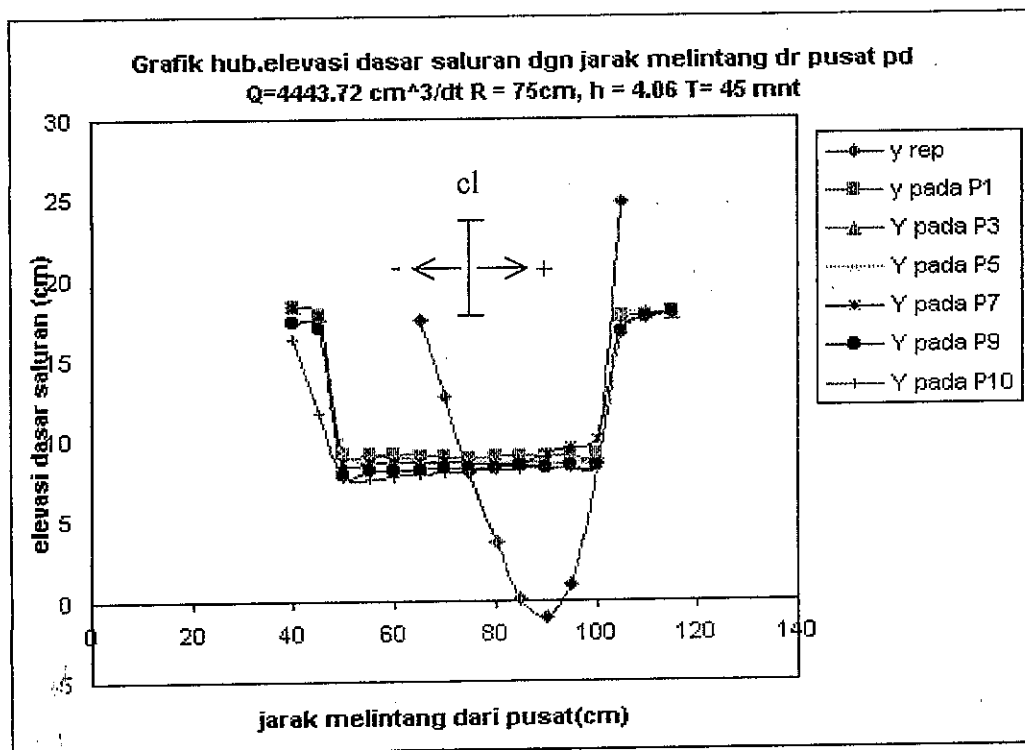
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, h = 4.06 \text{ cm} \quad t = 45 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,23         | 18,28 | 18,3  | 18,23 | 17,26 | 16,3  |
| -30             | *              | 17,75         | 17,73 | 17,77 | 17,72 | 16,9  | 11,61 |
| -25             | *              | 9,16          | 9,29  | 9,25  | 8,68  | 7,83  | 7,68  |
| -20             | *              | 9,15          | 9,03  | 8,57  | 8,65  | 8,08  | 7,54  |
| -15             | *              | 9,08          | 8,95  | 8,56  | 8,63  | 8,11  | 7,72  |
| -10             | 17,45          | 9,03          | 8,68  | 8,53  | 8,59  | 8,17  | 7,83  |
| -5              | 12,73          | 9,02          | 8,64  | 8,53  | 8,56  | 8,2   | 7,95  |
| 0               | 7,93           | 8,93          | 8,62  | 8,6   | 8,51  | 8,28  | 8     |
| 5               | 3,67           | 8,94          | 8,55  | 8,61  | 8,46  | 8,3   | 8,09  |
| 10              | 0,12           | 8,98          | 8,56  | 8,47  | 8,5   | 8,32  | 8,14  |
| 15              | -1,06          | 9,02          | 8,54  | 8,55  | 9,11  | 8,3   | 8,21  |
| 20              | 1,03           | 9,06          | 8,68  | 8,61  | 9,55  | 8,35  | 8,3   |
| 25              | 8,55           | 9,1           | 9,19  | 8,89  | 10,01 | 8,34  | 8,35  |
| 30              | 24,82          | 17,68         | 17,69 | 17,64 | 17,1  | 16,61 | 16,7  |
| 35              | *              | 17,7          | 17,72 | 17,65 | 17,61 | 17,48 | 17,41 |
| 40              | *              | 17,89         | 17,8  | 17,81 | 17,9  | 17,85 | 17,9  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.41

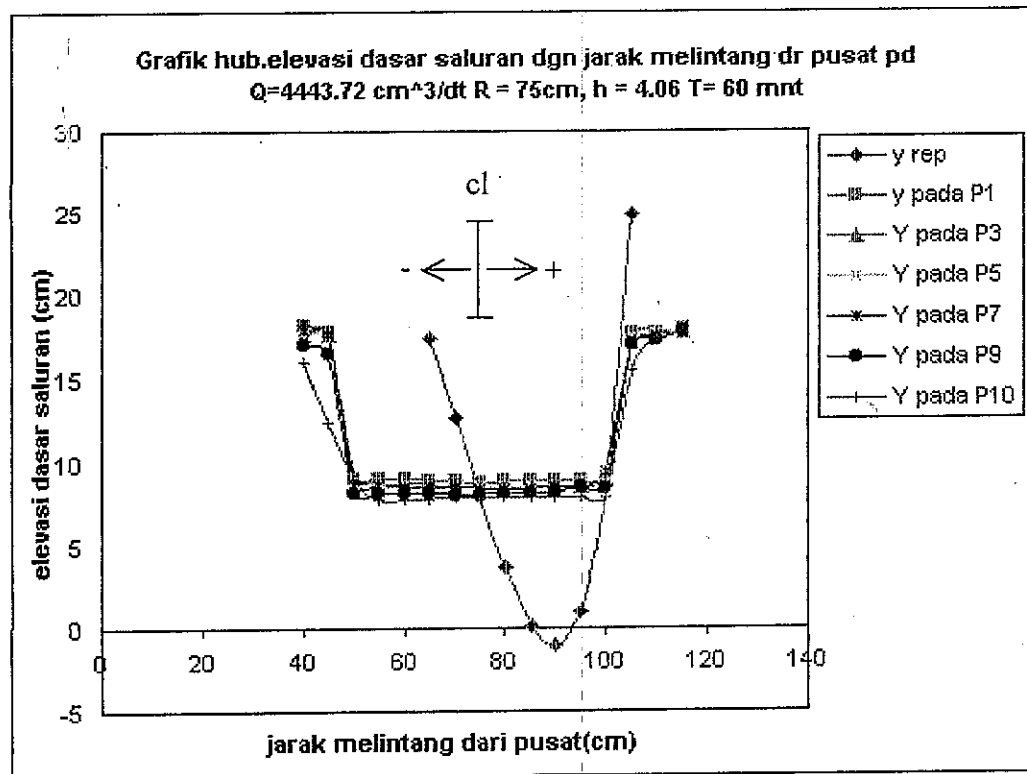
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 4.06 \text{ cm} \quad t = 60 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,26         | 17,66 | 17,61 | 17,92 | 17,07 | 16,02 |
| -30             | *              | 17,78         | 17,75 | 17,73 | 17,7  | 16,52 | 12,5  |
| -25             | *              | 9,14          | 9,31  | 8,68  | 8,74  | 8,26  | 9,09  |
| -20             | *              | 9,11          | 9,09  | 8,64  | 8,7   | 8,21  | 7,83  |
| -15             | *              | 9,09          | 9,03  | 8,59  | 8,63  | 8,19  | 7,85  |
| -10             | 17,45          | 9,02          | 8,7   | 8,6   | 8,56  | 8,15  | 7,88  |
| -5              | 12,73          | 8,93          | 8,6   | 8,53  | 8,54  | 8,14  | 7,93  |
| 0               | 7,93           | 8,9           | 8,57  | 8,56  | 8,49  | 8,14  | 7,95  |
| 5               | 3,67           | 8,92          | 8,56  | 8,53  | 8,51  | 8,18  | 7,94  |
| 10              | 0,12           | 8,94          | 8,57  | 8,54  | 8,52  | 8,2   | 7,96  |
| 15              | -1,06          | 8,96          | 8,55  | 8,54  | 8,53  | 8,25  | 7,97  |
| 20              | 1,03           | 9,01          | 8,6   | 8,6   | 8,54  | 8,6   | 7,96  |
| 25              | 8,55           | 9,06          | 9,13  | 8,79  | 9,52  | 8,5   | 7,94  |
| 30              | 24,82          | 17,66         | 17,65 | 17,57 | 17,05 | 17    | 15,48 |
| 35              | *              | 17,7          | 17,7  | 17,68 | 17,58 | 17,36 | 17,4  |
| 40              | *              | 17,9          | 17,88 | 17,86 | 17,86 | 17,85 | 17,84 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.42

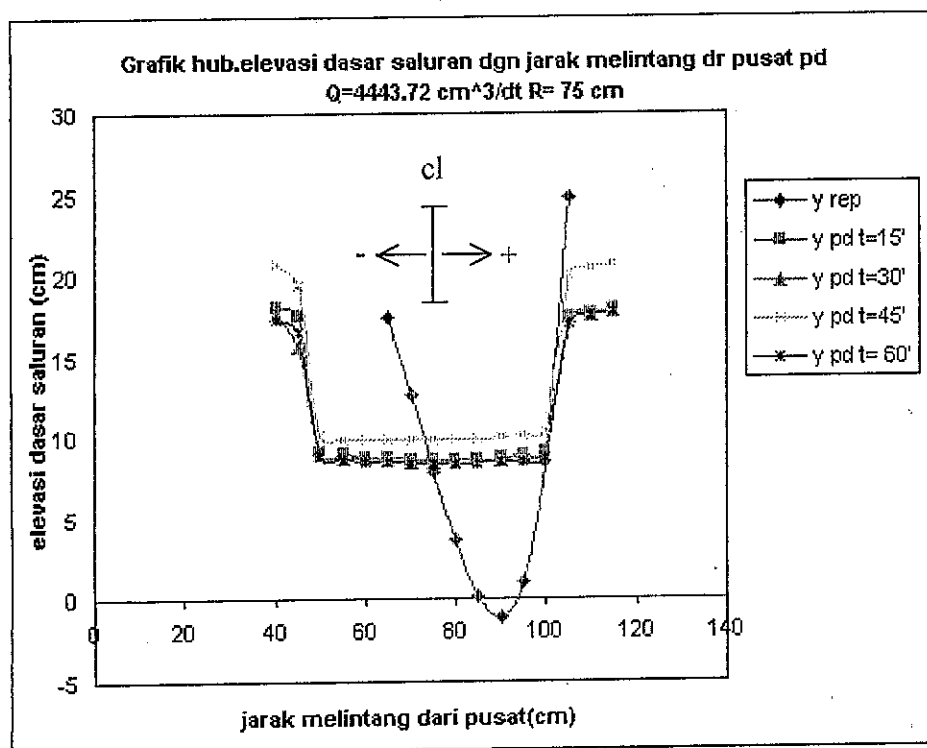
Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata

$$Q = 4443.72 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 4.06 \text{ cm}$$

| Dari As Saluran | y rep (ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,15      | 17,70   | 20,82   | 17,42   |
| -30             | *              | 17,62      | 15,70   | 19,54   | 16,66   |
| -25             | *              | 9,21       | 8,97    | 10,19   | 8,87    |
| -20             | *              | 8,97       | 8,81    | 9,93    | 8,60    |
| -15             | *              | 8,83       | 8,73    | 9,94    | 8,56    |
| -10             | 17,45          | 8,74       | 8,67    | 9,89    | 8,49    |
| -5              | 12,73          | 8,67       | 8,58    | 9,91    | 8,45    |
| 0               | 7,93           | 8,67       | 8,49    | 9,92    | 8,44    |
| 5               | 3,67           | 8,67       | 8,52    | 9,93    | 8,44    |
| 10              | 0,12           | 8,70       | 8,64    | 9,91    | 8,46    |
| 15              | -1,06          | 8,76       | 8,66    | 10,05   | 8,47    |
| 20              | 1,03           | 8,89       | 8,73    | 10,19   | 8,55    |
| 25              | 8,55           | 9,11       | 8,95    | 10,46   | 8,82    |
| 30              | 24,82          | 17,53      | 17,54   | 20,18   | 17,07   |
| 35              | *              | 17,78      | 17,63   | 20,54   | 17,57   |
| 40              | *              | 18,04      | 17,84   | 20,83   | 17,87   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.43  
Data gerusan

$R_c = 75 \text{ cm}$        $h = 4,06 \text{ cm}$

$Q = 4443,72 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 50        | 0         |
| 2  |              | P1     | 100       | 0,01      |
| 3  |              | P6     | 50        | -0,09     |
| 4  |              | P6     | 100       | -0,13     |
| 5  |              | P10    | 50        | 0,33      |
| 6  |              | P10    | 100       | 1,35      |
| 7  | 30           | P1     | 50        | 0,01      |
| 8  |              | P1     | 75        | -0,07     |
| 9  |              | P6     | 50        | 0,12      |
| 10 |              | P6     | 75        | -0,64     |
| 11 |              | P10    | 50        | -0,24     |
| 12 |              | P10    | 75        | 0,21      |
| 13 | 45           | P1     | 100       | -0,14     |
| 14 |              | P1     | 75        | -0,03     |
| 15 |              | P6     | 100       | -0,45     |
| 16 |              | P6     | 75        | 2,07      |
| 17 |              | P10    | 100       | -0,14     |
| 18 |              | P10    | 75        | 0,15      |
| 19 | 60           | P1     | 50        | 0,02      |
| 20 |              | P1     | 85        | -0,14     |
| 21 |              | P6     | 50        | 0,32      |
| 22 |              | P6     | 85        | -1,32     |
| 23 |              | P10    | 50        | 0,37      |
| 24 |              | P10    | 85        | -0,16     |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.2.3. Pengaliran Dengan $h = 4,65$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,02 cm, pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan tidak terjadi. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,09 cm, di tikungan luar gerusan sedalam 0,13 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,33 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,35 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 4,06$  cm, gerusan terdalam adalah 0,13 cm di tikungan luar pada profil  $P_6$ , dan endapan paling tebal 1.35 pada akhir tikungan ( $P_{10}$ ) di tikungan luar.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,21 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,24 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,16 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,49 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,28 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,25 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 4,65$  cm, gerusan terjadi di sepanjang pertengahan saluran, dan di akhir tikungan atau  $P_{10}$  pada tikungan luar terjadi kelongsoran tebing sebesar 5,00 cm ke arah horizontal.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan ( $P_1$ ), pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,53 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,84 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,74 cm dan di tikungan luar endapan setebal 1,75 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,07 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,25 cm.

Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 4,65$  cm, gerusan di sepanjang tikungan luar dengan rata-rata 1,73 cm dan di tengah saluran terjadi endapan setebal 0,70 cm, di daerah akhir tikungan atau  $P_{10}$ .

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan ( $P_1$ ), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,45 cm, pada jarak 85 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,18 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,95 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,64 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,74 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,27 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 4,65$  cm, di sepanjang tikungan dalam terjadi endapan rata-rata tebalnya 1,05 cm dan gerusan di pertengahan saluran sebesar 0,64 cm. Kelongsoran tebing arah horizontal di tikungan dalam juga di tikungan luar yang besarnya sama 5,0 cm.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 11,65 cm, dan periksa Tabel 5.44 – 5.49.

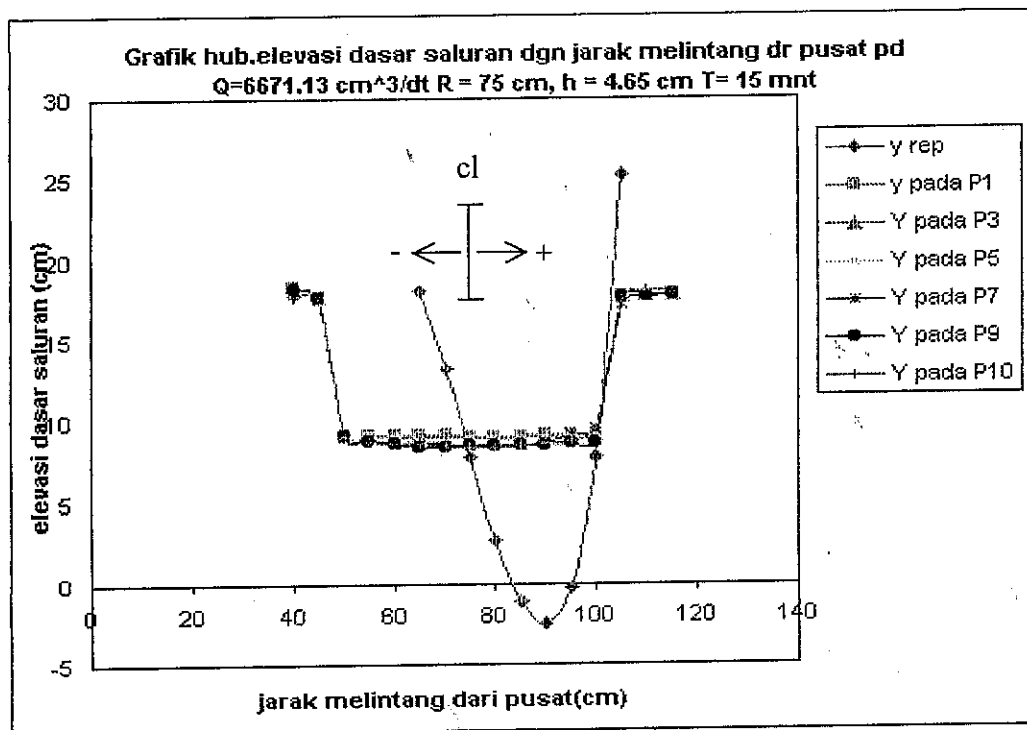


Tabel 5.44  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P10   |
| -35             | *              | 18,3          | 18,23 | 18,24 | 18,18 | 18,24 | 17,7  |
| -30             | *              | 17,76         | 17,75 | 17,72 | 17,74 | 17,73 | 17,79 |
| -25             | *              | 9,12          | 9,18  | 9,1   | 9,11  | 9,11  | 9,05  |
| -20             | *              | 9,12          | 9,13  | 9,09  | 8,92  | 8,81  | 8,75  |
| -15             | *              | 9,13          | 9,03  | 8,88  | 8,64  | 8,65  | 8,66  |
| -10             | 18,09          | 9,11          | 9,01  | 8,72  | 8,6   | 8,4   | 8,61  |
| -5              | 13,2           | 9,1           | 8,99  | 8,61  | 8,54  | 8,38  | 8,38  |
| 0               | 7,78           | 9,07          | 8,88  | 8,56  | 8,56  | 8,59  | 8,35  |
| 5               | 2,68           | 9,07          | 8,93  | 8,6   | 8,52  | 8,52  | 8,4   |
| 10              | -1,1           | 9,08          | 8,96  | 8,5   | 8,56  | 8,51  | 8,57  |
| 15              | -2,53          | 9,1           | 9     | 8,58  | 8,67  | 8,58  | 8,63  |
| 20              | -0,25          | 9,11          | 9,03  | 8,61  | 9,21  | 8,63  | 8,75  |
| 25              | 7,73           | 9,13          | 9,09  | 8,72  | 9,5   | 8,64  | 9,55  |
| 30              | 25,26          | 17,68         | 17,66 | 17,22 | 17,26 | 17,68 | 17,65 |
| 35              | *              | 17,71         | 17,8  | 17,71 | 17,71 | 17,7  | 18,07 |
| 40              | *              | 17,86         | 17,89 | 17,89 | 17,85 | 17,87 | 17,9  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

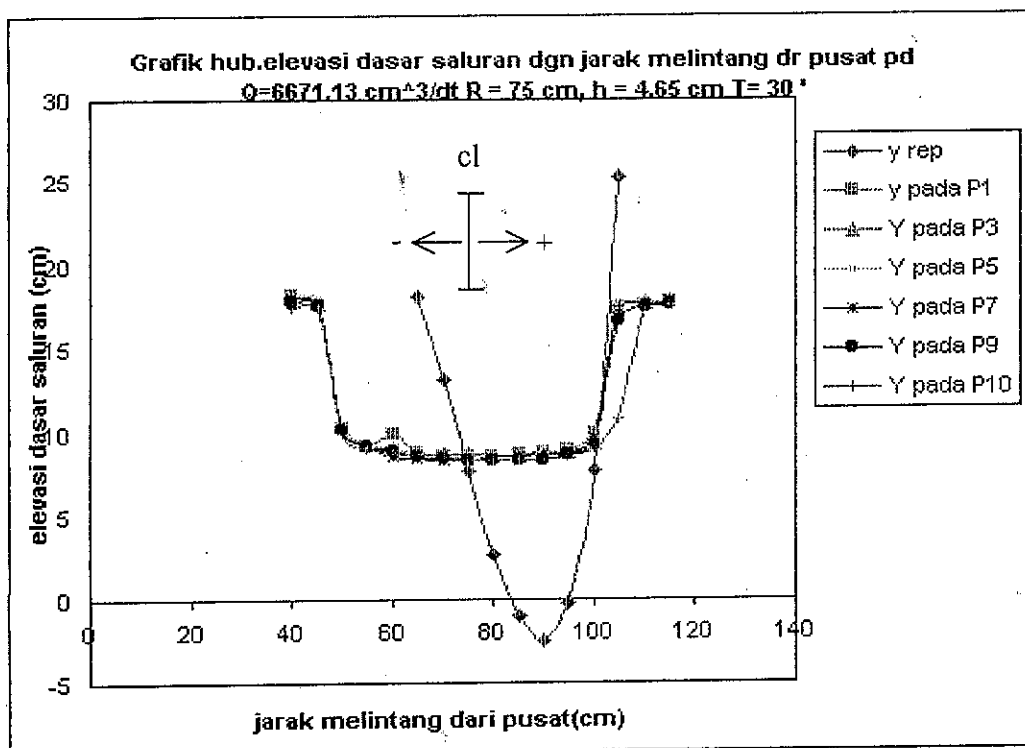


Tabel 5.45  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,28         | 18,27 | 18,27 | 18,14 | 17,9  | 17,56 |
| -30             | *              | 17,78         | 17,78 | 17,84 | 17,73 | 17,59 | 17,46 |
| -25             | *              | 10,35         | 10,3  | 10,24 | 10,22 | 10,2  | 10    |
| -20             | *              | 9,23          | 9,33  | 9,35  | 9,19  | 9,17  | 9,09  |
| -15             | *              | 9,98          | 9,08  | 9,08  | 8,58  | 9,02  | 8,9   |
| -10             | 18,09          | 8,85          | 8,83  | 8,9   | 8,47  | 8,61  | 8,78  |
| -5              | 13,2           | 8,6           | 8,71  | 8,59  | 8,38  | 8,5   | 8,6   |
| 0               | 7,78           | 8,59          | 8,68  | 8,62  | 8,4   | 8,4   | 8,39  |
| 5               | 2,68           | 8,65          | 8,66  | 8,61  | 8,5   | 8,35  | 8,36  |
| 10              | -1,1           | 8,77          | 8,64  | 8,62  | 8,61  | 8,33  | 8,32  |
| 15              | -2,53          | 8,86          | 8,73  | 8,63  | 8,7   | 8,34  | 8,41  |
| 20              | -0,25          | 8,95          | 8,91  | 8,81  | 8,86  | 8,76  | 8,63  |
| 25              | 7,73           | 10,02         | 9,35  | 9,17  | 9,77  | 9,39  | 9,12  |
| 30              | 25,26          | 17,53         | 17,54 | 17,5  | 17,42 | 16,59 | 10,89 |
| 35              | *              | 17,66         | 17,7  | 17,7  | 17,58 | 17,53 | 17,48 |
| 40              | *              | 17,79         | 17,82 | 17,83 | 17,82 | 17,65 | 17,65 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.46

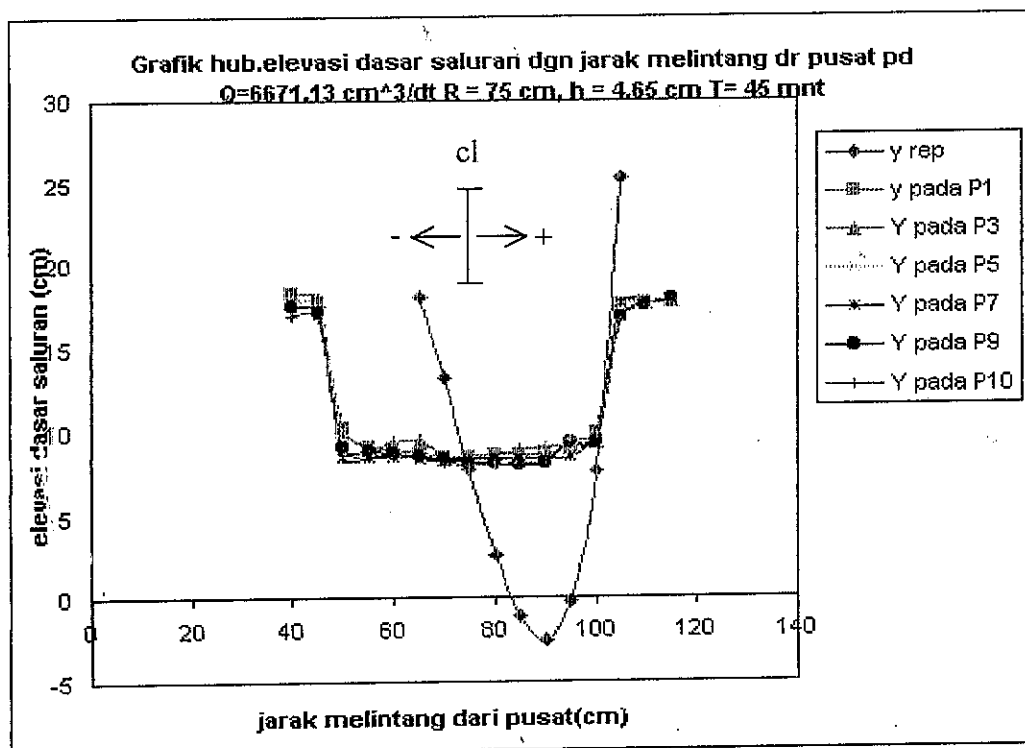
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 4.65 \text{ cm} \quad t = 45 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P10   |
| -35             | *              | 18,29         | 18,26 | 17,71 | 17,56 | 17,6  | 16,93 |
| -30             | *              | 17,78         | 17,88 | 17,6  | 17,08 | 17,13 | 16,77 |
| -25             | *              | 10,32         | 10,21 | 10,18 | 8,52  | 9,19  | 8,98  |
| -20             | *              | 9,2           | 9,18  | 9,03  | 8,54  | 8,92  | 8,8   |
| -15             | *              | 9,01          | 9,36  | 8,95  | 8,51  | 8,79  | 8,59  |
| -10             | 18,09          | 8,86          | 9,5   | 8,7   | 8,49  | 8,52  | 8,48  |
| -5              | 13,2           | 8,58          | 8,4   | 8,43  | 8,42  | 8,39  | 8,21  |
| 0               | 7,78           | 8,6           | 8,42  | 8,39  | 8,4   | 8,23  | 8,07  |
| 5               | 2,68           | 8,63          | 8,66  | 8,37  | 8,42  | 8,19  | 8,06  |
| 10              | -1,1           | 8,71          | 8,93  | 8,4   | 8,4   | 8,04  | 8,18  |
| 15              | -2,53          | 8,82          | 9,06  | 8,71  | 8,44  | 8,2   | 8,3   |
| 20              | -0,25          | 8,9           | 9,25  | 8,87  | 8,51  | 9,48  | 9,55  |
| 25              | 7,73           | 9,97          | 9,47  | 9,45  | 10,02 | 9,36  | 9,95  |
| 30              | 25,26          | 17,51         | 17,58 | 17,33 | 17,65 | 16,85 | 16,57 |
| 35              | *              | 17,65         | 17,7  | 17,58 | 17,63 | 17,52 | 17,6  |
| 40              | *              | 17,8          | 17,85 | 17,9  | 17,85 | 17,88 | 17,69 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.47

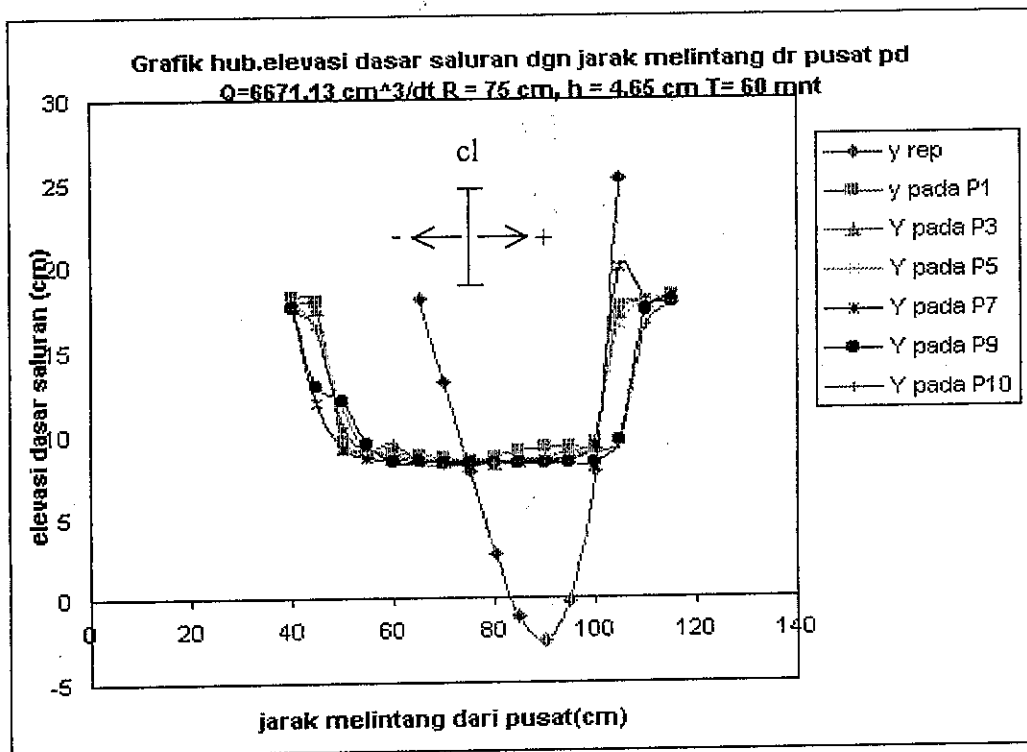
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 4.65 \text{ cm} \quad t = 60 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,21         | 17,9  | 17,87 | 17,65 | 17,56 | 17,61 |
| -30             | *              | 17,92         | 17,65 | 16,59 | 11,91 | 12,92 | 16,35 |
| -25             | *              | 9,59          | 9,29  | 11,54 | 9,18  | 12,09 | 10,46 |
| -20             | *              | 8,98          | 9,1   | 9,12  | 8,62  | 9,45  | 9,09  |
| -15             | *              | 8,9           | 8,79  | 8,63  | 8,53  | 8,4   | 9,43  |
| -10             | 18,09          | 8,76          | 8,58  | 8,5   | 8,4   | 8,34  | 8,36  |
| -5              | 13,2           | 8,61          | 8,41  | 8,31  | 8,34  | 8,29  | 8,2   |
| 0               | 7,78           | 8,43          | 8,35  | 8,26  | 8,36  | 8,25  | 8,14  |
| 5               | 2,68           | 8,59          | 8,31  | 8,28  | 8,39  | 8,28  | 8,28  |
| 10              | -1,1           | 8,95          | 8,33  | 8,32  | 8,41  | 8,27  | 8,39  |
| 15              | -2,53          | 9,21          | 8,49  | 8,52  | 8,42  | 8,29  | 8,46  |
| 20              | -0,25          | 9,25          | 9,01  | 8,88  | 8,43  | 8,29  | 8,5   |
| 25              | 7,73           | 9,49          | 9,19  | 9,39  | 9,34  | 8,3   | 9,15  |
| 30              | 25,26          | 17,55         | 17,2  | 16,45 | 19,93 | 9,56  | 9,33  |
| 35              | *              | 17,89         | 17,9  | 17,79 | 17,97 | 17,38 | 16,49 |
| 40              | *              | 18,25         | 18,21 | 18,21 | 18,23 | 17,85 | 17,87 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.49  
Data gerusan

$R_c = 75 \text{ cm}$        $h = 4,65 \text{ cm}$

$Q = 6667,13 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 50        | -0,02     |
| 2  |              | P1     | 100       | 0         |
| 3  |              | P6     | 50        | -0,09     |
| 4  |              | P6     | 100       | -0,13     |
| 5  |              | P10    | 50        | 0,33      |
| 6  |              | P10    | 100       | 1,35      |
| 7  | 30           | P1     | 50        | 1,21      |
| 8  |              | P1     | 75        | -0,54     |
| 9  |              | P6     | 50        | 1,16      |
| 10 |              | P6     | 75        | -0,49     |
| 11 |              | P10    | 50        | 1,28      |
| 12 |              | P10    | 75        | 0,25      |
| 13 | 45           | P1     | 100       | -0,53     |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,84      |
| 15 |              | P6     | 100       | -0,74     |
| 16 |              | P6     | 75        | 1,75      |
| 17 |              | P10    | 100       | -0,07     |
| 18 |              | P10    | 75        | 1,25      |
| 19 | 60           | P1     | 50        | 0,45      |
| 20 |              | P1     | 85        | -0,18     |
| 21 |              | P6     | 50        | 0,95      |
| 22 |              | P6     | 85        | -0,64     |
| 23 |              | P10    | 50        | 1,74      |
| 24 |              | P10    | 85        | 0,27      |

Keterangan :

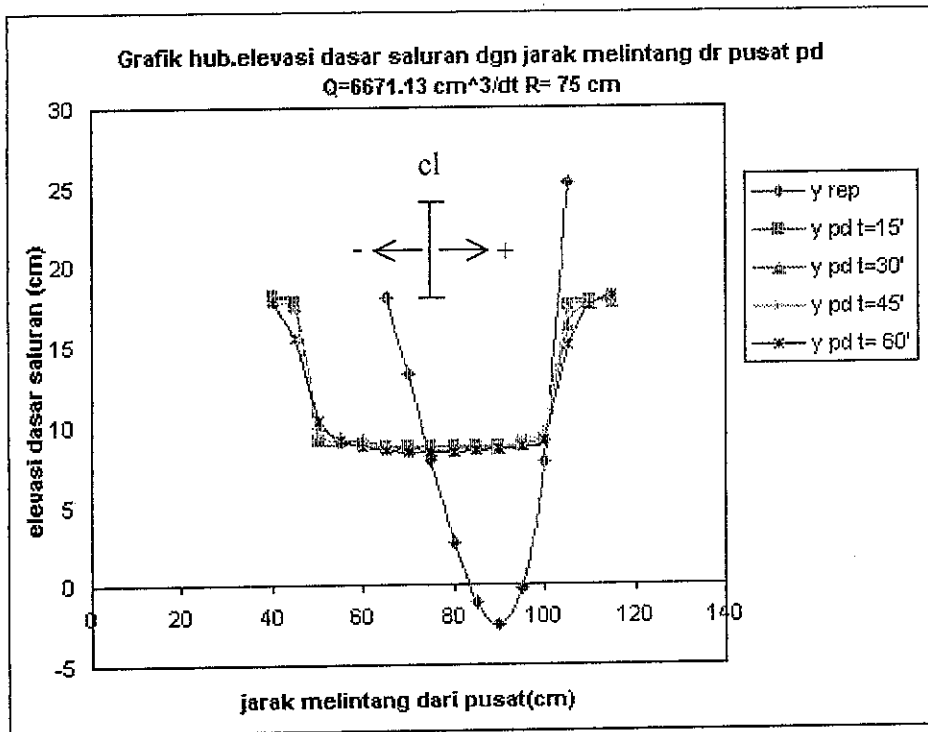
x diukur dari pusat lengkung

Tabel 5.48  
Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 6671.13 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 4.65 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,15      | 18,07   | 17,73   | 17,80   |
| -30             | *              | 17,75      | 17,70   | 17,37   | 15,56   |
| -25             | *              | 9,11       | 10,22   | 9,57    | 10,36   |
| -20             | *              | 8,97       | 9,23    | 8,95    | 9,06    |
| -15             | *              | 8,83       | 9,11    | 8,87    | 8,78    |
| -10             | 18,09          | 8,74       | 8,74    | 8,76    | 8,49    |
| -5              | 13,2           | 8,67       | 8,56    | 8,41    | 8,36    |
| 0               | 7,78           | 8,67       | 8,51    | 8,35    | 8,30    |
| 5               | 2,68           | 8,67       | 8,52    | 8,39    | 8,36    |
| 10              | -1,1           | 8,70       | 8,55    | 8,44    | 8,45    |
| 15              | -2,53          | 8,76       | 8,61    | 8,59    | 8,57    |
| 20              | -0,25          | 8,89       | 8,82    | 9,09    | 8,73    |
| 25              | 7,73           | 9,11       | 9,47    | 9,70    | 9,14    |
| 30              | 25,26          | 17,53      | 16,25   | 17,25   | 15,00   |
| 35              |                | 17,78      | 17,61   | 17,61   | 17,57   |
| 40              |                | 17,88      | 17,76   | 17,83   | 18,10   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



#### 5.1.2.2.4. Pengaliran Dengan $h = 5,23$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,05 cm, pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,06 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 1,63 cm, di tikungan luar gerusan sedalam 0,37 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,22 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,19 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 5,23$  cm, gerusan di tikungan luar sedalam 0,37 cm dan endapan setebal 1,63 cm di tikungan dalam pada pertengahan tikungan.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 1,36 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,50 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,63 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 1,01 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,23 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,33 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 5,23$  cm, endapan terjadi di daerah tikungan dalam dan awal tikungan 1,36 cm pada pertengahan tikungan luar, di tikungan luar gerusan sebesar 1,01 cm dan kelongsoran tebing di daerah akhir tikungan luar sebesar 5,0 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,51 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,77 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,88 cm dan di tikungan luar endapan setebal 0,42 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,54 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 1,22 cm.

Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 5,23$  cm, gerusan paling dalam di tengah tikungan pada tikungan dalam sebesar 0,88 cm, dan kelongsoran tebing ke arah horizontal sebesar 3,0 cm. Endapan tertinggi di akhir tikungan bagian luar sebesar 1,22 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,97 cm, pada jarak 85 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,54 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,51 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,81 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,17 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,19 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 5,23$  cm, di daerah akhir tikungan kelongsoran tebing saluran terjadi di tikungan dalam sebesar 5,0 cm arah horizontal dan gerusan terdalam 0,81 cm di pertengahan tikungan luar.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 13,16 cm, dan periksa Tabel 5.50 – 5.55.

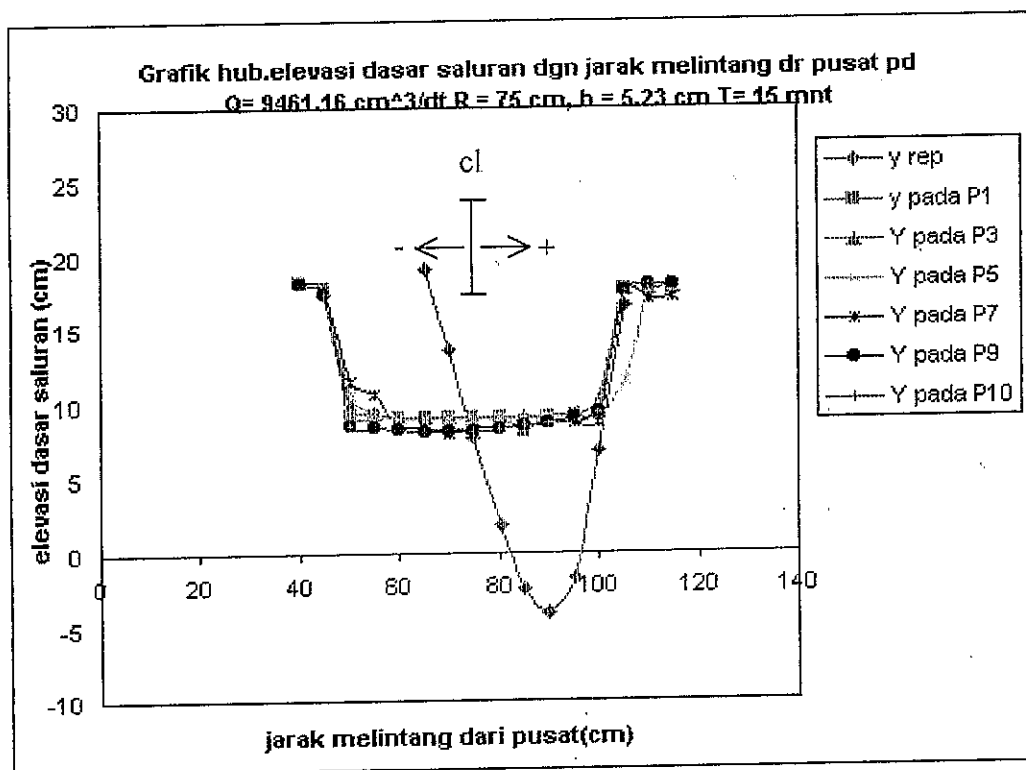


Tabel 5.50  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,29         | 18,29 | 18,28 | 18,26 | 18,11 | 18,11 |
| -30             | *              | 17,8          | 17,78 | 17,78 | 17,77 | 17,47 | 17,46 |
| -25             | *              | 9,19          | 9,75  | 10,47 | 11,54 | 8,49  | 8,5   |
| -20             | *              | 9,16          | 9,34  | 9,31  | 10,62 | 8,4   | 8,4   |
| -15             | *              | 9,12          | 9,15  | 8,97  | 8,53  | 8,3   | 8,3   |
| -10             | 19,13          | 9,11          | 9,09  | 8,94  | 8,42  | 8,15  | 8,15  |
| -5              | 13,66          | 9,09          | 9,03  | 8,92  | 8     | 8,16  | 8,17  |
| 0               | 7,61           | 9,08          | 8,97  | 8,9   | 8,19  | 8,15  | 8,15  |
| 5               | 1,92           | 9,1           | 9,02  | 8,89  | 8,31  | 8,29  | 8,3   |
| 10              | -2,34          | 8,12          | 9,05  | 8,9   | 8,58  | 8,49  | 8,49  |
| 15              | -4,04          | 9,14          | 9,13  | 8,91  | 8,6   | 8,71  | 8,71  |
| 20              | -1,72          | 9,17          | 9,21  | 9,08  | 8,61  | 9,1   | 8,66  |
| 25              | 6,77           | 9,19          | 10,05 | 9,1   | 8,63  | 9,39  | 9,39  |
| 30              | 16,52          | 17,66         | 17,7  | 11,46 | 17,59 | 17,63 | 17,63 |
| 35              | *              | 17,69         | 17,7  | 17,53 | 17,01 | 17,98 | 17,98 |
| 40              | *              | 17,9          | 17,81 | 17,83 | 17,07 | 18,04 | 18,04 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



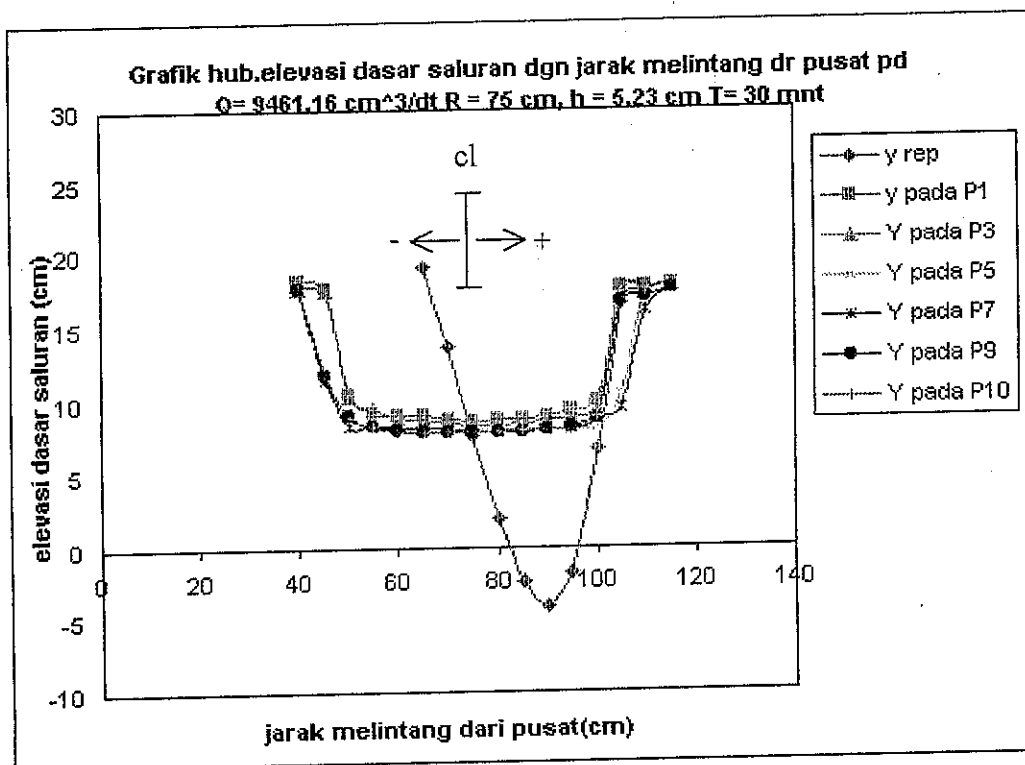
Tabel 5.51

Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,3          | 17,7  | 17,7  | 17,7  | 17,68 | 17,68 |
| -30             | *              | 17,79         | 17,57 | 11,79 | 11,57 | 11,82 | 12    |
| -25             | *              | 10,5          | 10,34 | 8,32  | 8,35  | 9,06  | 8,95  |
| -20             | *              | 9,19          | 9,5   | 8,23  | 8,34  | 8,29  | 8,35  |
| -15             | *              | 9,1           | 8,96  | 8,21  | 8,2   | 7,98  | 7,9   |
| -10             | 19,13          | 9,01          | 8,71  | 8,14  | 8,14  | 7,9   | 7,88  |
| -5              | 13,66          | 8,78          | 8,5   | 8,08  | 8,11  | 7,89  | 7,84  |
| 0               | 7,61           | 8,63          | 8,29  | 8     | 8,03  | 7,86  | 7,84  |
| 5               | 1,92           | 8,71          | 8,38  | 7,97  | 7,94  | 7,85  | 7,89  |
| 10              | -2,34          | 8,79          | 8,47  | 7,91  | 8     | 7,9   | 7,98  |
| 15              | -4,04          | 8,9           | 8,69  | 8     | 8,11  | 8,02  | 8,06  |
| 20              | -1,72          | 9,29          | 8,87  | 8,07  | 8,15  | 8,21  | 8,11  |
| 25              | 6,77           | 9,88          | 9,48  | 8,18  | 8,71  | 8,72  | 8,96  |
| 30              | 16,52          | 17,66         | 17,49 | 10,33 | 9,47  | 16,75 | 16,85 |
| 35              | *              | 17,69         | 17,7  | 17,09 | 16,13 | 17    | 17,4  |
| 40              | *              | 17,81         | 17,8  | 17,88 | 17,61 | 17,58 | 17,95 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

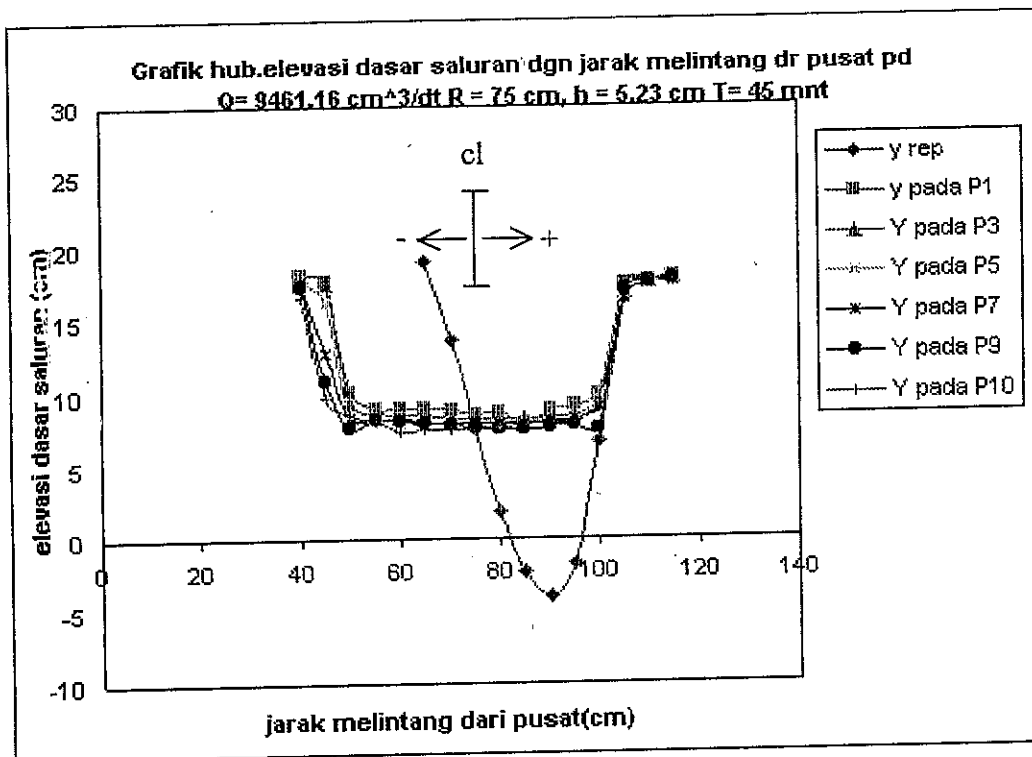


Tabel 5.52  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 45 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,24         | 18,19 | 17,98 | 17,76 | 17,31 | 16,56 |
| -30             | *              | 17,75         | 17,63 | 16,31 | 12,83 | 10,97 | 9,8   |
| -25             | *              | 10,18         | 9,42  | 8,39  | 8,41  | 7,79  | 8,56  |
| -20             | *              | 9,07          | 8,78  | 8,11  | 8,37  | 8,28  | 8,14  |
| -15             | *              | 9,05          | 8,66  | 7,97  | 8,28  | 8,12  | 7,52  |
| -10             | 19,13          | 9,02          | 8,59  | 7,98  | 8,15  | 7,99  | 7,56  |
| -5              | 13,66          | 8,84          | 8,39  | 8,03  | 8,09  | 7,82  | 7,58  |
| 0               | 7,61           | 8,62          | 8,34  | 8,09  | 8,03  | 7,79  | 7,6   |
| 5               | 1,92           | 8,76          | 8,28  | 8,11  | 8,05  | 7,66  | 7,78  |
| 10              | -2,34          | 7,82          | 8,33  | 8,13  | 8,07  | 7,65  | 7,93  |
| 15              | -4,04          | 8,93          | 8,48  | 8,11  | 8,21  | 7,69  | 8,1   |
| 20              | -1,72          | 9,27          | 8,55  | 8,14  | 8,29  | 7,91  | 8,22  |
| 25              | 6,77           | 9,9           | 9,49  | 9,68  | 9     | 7,58  | 9,42  |
| 30              | 16,52          | 17,51         | 17,51 | 16,79 | 16,46 | 16,99 | 17,65 |
| 35              | *              | 17,7          | 17,69 | 17,51 | 17,57 | 17,69 | 17,81 |
| 40              | *              | 17,89         | 17,88 | 17,79 | 17,68 | 17,76 | 17,87 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

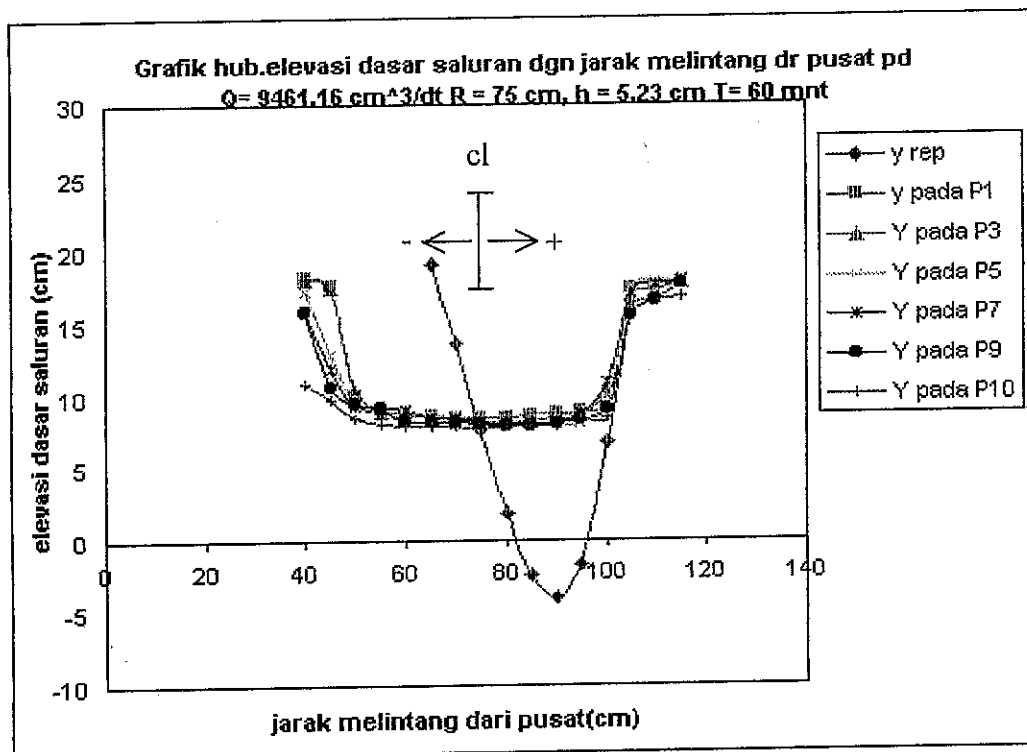


Tabel 5.53  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,2          | 18,11 | 17,29 | 15,98 | 15,87 | 10,87 |
| -30             | *              | 17,69         | 17,52 | 12,9  | 11,93 | 10,66 | 9,85  |
| -25             | *              | 10,11         | 10,29 | 9,48  | 9,29  | 9,55  | 8,55  |
| -20             | *              | 9             | 8,88  | 9,22  | 9,18  | 9,2   | 8,1   |
| -15             | *              | 8,76          | 8,59  | 9,08  | 9,05  | 8,18  | 7,94  |
| -10             | 19,13          | 8,62          | 8,48  | 8,52  | 8,53  | 8,18  | 7,9   |
| -5              | 13,66          | 8,5           | 8,27  | 8,19  | 8,44  | 8,15  | 7,88  |
| 0               | 7,61           | 8,48          | 8,23  | 8     | 8,16  | 8,13  | 7,8   |
| 5               | 1,92           | 8,49          | 8,21  | 8,03  | 8,07  | 7,99  | 7,86  |
| 10              | -2,34          | 8,59          | 8,27  | 8,09  | 8,1   | 7,93  | 7,93  |
| 15              | -4,04          | 8,76          | 8,62  | 8,1   | 8,21  | 8,02  | 7,97  |
| 20              | -1,72          | 8,93          | 8,8   | 8,12  | 8,71  | 8,35  | 8,5   |
| 25              | 6,77           | 9,49          | 10,25 | 9,81  | 10,92 | 9,12  | 8,55  |
| 30              | 16,52          | 17,36         | 16,81 | 17,49 | 17,03 | 15,54 | 15,9  |
| 35              | *              | 17,57         | 17,3  | 17,88 | 17,68 | 16,53 | 16,5  |
| 40              | *              | 17,86         | 17,79 | 18,08 | 18    | 17,69 | 16,86 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



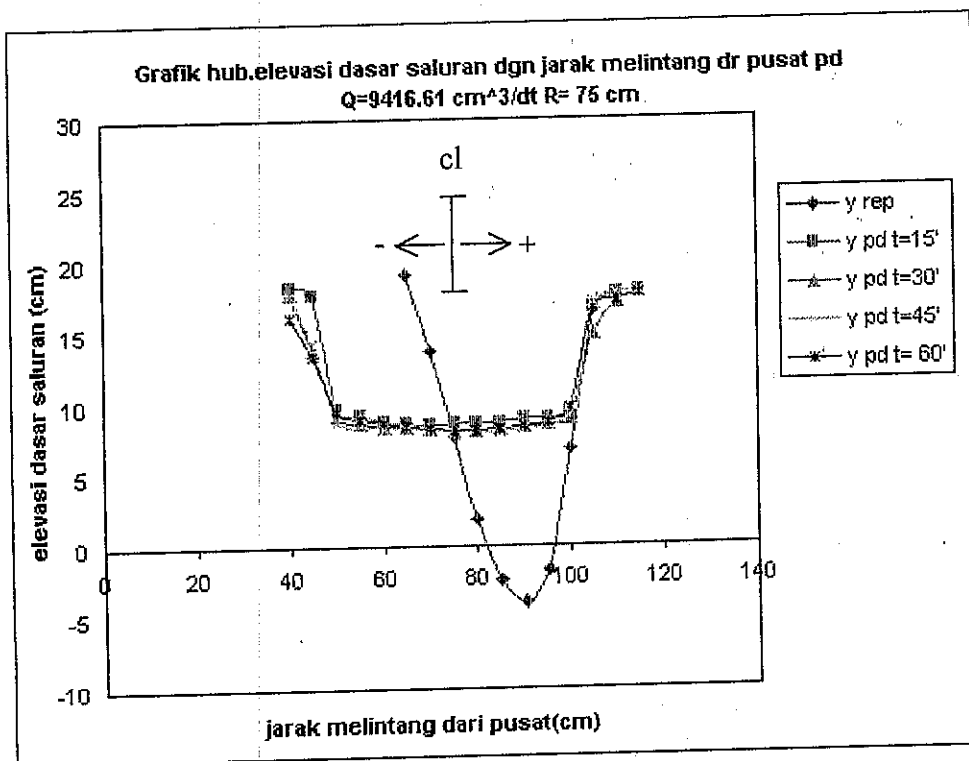
Tabel 5.54

Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 9461.16 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 5.23 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,22      | 17,79   | 17,67   | 16,05   |
| -30             | *              | 17,68      | 13,76   | 14,22   | 13,43   |
| -25             | *              | 9,66       | 9,25    | 8,79    | 9,55    |
| -20             | *              | 9,21       | 8,65    | 8,46    | 8,93    |
| -15             | *              | 8,73       | 8,39    | 8,27    | 8,60    |
| -10             | 19,13          | 8,64       | 8,30    | 8,22    | 8,37    |
| -5              | 13,66          | 8,56       | 8,20    | 8,13    | 8,24    |
| 0               | 7,61           | 8,57       | 8,11    | 8,08    | 8,13    |
| 5               | 1,92           | 8,65       | 8,12    | 8,11    | 8,11    |
| 10              | -2,34          | 8,61       | 8,18    | 7,99    | 8,15    |
| 15              | -4,04          | 8,87       | 8,30    | 8,25    | 8,28    |
| 20              | -1,72          | 8,97       | 8,45    | 8,40    | 8,57    |
| 25              | 6,77           | 9,29       | 8,99    | 9,18    | 9,69    |
| 30              | 16,52          | 16,61      | 14,76   | 17,15   | 16,69   |
| 35              |                | 17,65      | 17,17   | 17,66   | 17,24   |
| 40              |                | 17,78      | 17,77   | 17,81   | 17,71   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.55  
Data gerusan

$R_c = 75 \text{ cm}$        $h = 5,23 \text{ cm}$

$Q = 9461,16 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 50        | 0,05      |
| 2  |              | P1     | 100       | 0,06      |
| 3  |              | P6     | 50        | 1,63      |
| 4  |              | P6     | 100       | -0,37     |
| 5  |              | P10    | 50        | -0,22     |
| 6  |              | P10    | 100       | 1,19      |
| 7  | 30           | P1     | 50        | 1,36      |
| 8  |              | P1     | 75        | -0,5      |
| 9  |              | P6     | 50        | -0,63     |
| 10 |              | P6     | 75        | -1,01     |
| 11 |              | P10    | 50        | 0,23      |
| 12 |              | P10    | 75        | -0,33     |
| 13 | 45           | P1     | 100       | -0,51     |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,77      |
| 15 |              | P6     | 100       | -0,88     |
| 16 |              | P6     | 75        | 0,42      |
| 17 |              | P10    | 100       | -0,54     |
| 18 |              | P10    | 75        | 1,22      |
| 19 | 60           | P1     | 50        | 0,97      |
| 20 |              | P1     | 85        | -0,54     |
| 21 |              | P6     | 50        | 0,51      |
| 22 |              | P6     | 85        | -0,81     |
| 23 |              | P10    | 50        | -0,17     |
| 24 |              | P10    | 85        | -0,19     |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

#### 5.1.2.2.5. Pengaliran Dengan $h = 7,29$ cm

Waktu pengaliran dengan  $t = 15$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,41 cm, pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,27 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 3,08 cm, di tikungan luar gerusan sedalam 0,42 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 3,02 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 3,19 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 15$  menit dan  $h = 7,29$  cm, gerusan terjadi di tikungan luar mulai dari awal tikungan hingga pertengahan tikungan sedalam 0,42 cm. Sedangkan di daerah tikungan dalam endapan yang terjadi dan tertinggi 3,19 cm pada daerah tikungan dalam.

Waktu pengaliran dengan  $t = 30$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,19 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,51 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,68 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,73 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 1,34 cm dan di daerah tikungan luar gerusan sedalam 0,24 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 30$  menit dan  $h = 7,29$  cm, gerusan di daerah tengah saluran sepanjang  $A_s$  saluran rata-rata sebesar 0,50 cm, endapan terjadi di akhir tikungan pada daerah bagian dalam setebal 1,34 cm. Kelongsoran tebing saluran terjadi akibat fluktuasi gelombang aliran yang merusak tebing saluran.

Waktu pengaliran dengan  $t = 45$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P1), pada jarak 100 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) gerusan sedalam 0,38 cm, pada jarak 75 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) endapan setebal 0,07 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam gerusan sedalam 0,68 cm dan di tikungan luar endapan setebal 0,79 cm.

Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam gerusan sedalam 0,29 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 4,20 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 45$  menit dan  $h = 7,29$  cm, gerusan terjadi di daerah tikungan luar sepanjang saluran yang melengkung dengan rata-rata kedalamannya 0,47 cm, endapan di akhir tikungan dan di bagian tengah saluran setebal 4,20 cm.

Waktu pengaliran dengan  $t = 60$  menit

Perubahan dasar saluran yang terjadi di daerah awal tikungan (P 1), pada jarak 50 cm dari pusat lengkung (tikungan dalam) endapan setebal 0,02 cm, pada jarak 85 cm dari pusat lengkung (tikungan luar) gerusan sedalam 0,41 cm. Pada tengah tikungan atau profil  $P_6$  di tikungan dalam endapan setebal 0,67 cm dan di tikungan luar gerusan sedalam 0,56 cm. Sedangkan di daerah akhir tikungan atau profil  $P_{10}$ , di daerah tikungan dalam endapan setebal 0,54 cm dan di daerah tikungan luar endapan setebal 0,21 cm. Pada pengaliran dengan  $t = 60$  menit dan  $h = 7,29$  cm, kelongsoran tebing terjadi di daerah tikungan dalam yaitu di akhir tikungan sebesar 5,0 cm ke arah pusat lengkung.

Besarnya gerusan menurut Ripley adalah 19,32 cm, dan periksa Tabel 5.56 – 5.61

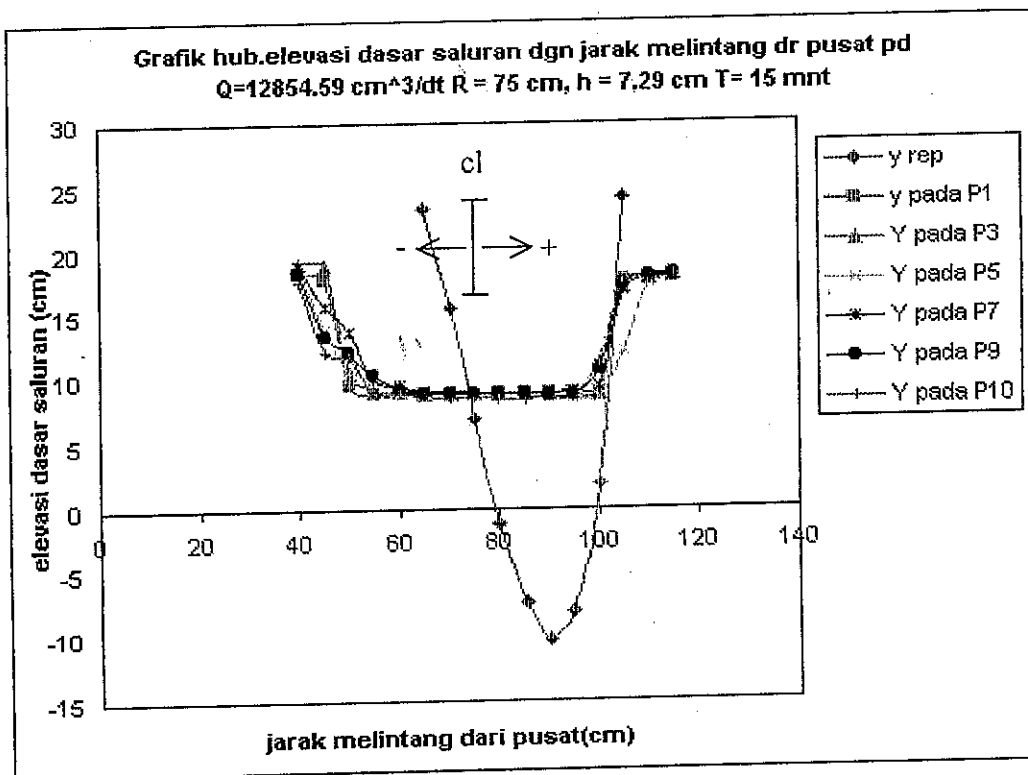


Tabel 5.56  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 15 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep<br>* | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |            | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P10   |
| -35             | *          | 18,25         | 19,04 | 18,99 | 19    | 18,38 | 17,58 |
| -30             | *          | 17,8          | 19,03 | 13,93 | 15,69 | 13,5  | 12,1  |
| -25             | *          | 9,55          | 10,5  | 10,66 | 13,7  | 12,05 | 11,74 |
| -20             | *          | 8,96          | 9,2   | 10,5  | 10,05 | 10,31 | 9     |
| -15             | *          | 8,92          | 9,06  | 8,95  | 9,54  | 9,2   | 8,83  |
| -10             | 23,33      | 8,86          | 8,93  | 8,9   | 9,05  | 8,85  | 8,75  |
| -5              | 15,53      | 8,81          | 8,86  | 8,79  | 8,97  | 8,86  | 8,53  |
| 0               | 6,97       | 8,77          | 8,8   | 8,7   | 8,82  | 8,9   | 8,5   |
| 5               | -1,12      | 8,8           | 8,8   | 8,67  | 8,84  | 8,86  | 8,47  |
| 10              | -7,35      | 8,81          | 8,81  | 8,68  | 8,89  | 8,82  | 8,45  |
| 15              | -10,27     | 8,83          | 8,82  | 8,63  | 8,95  | 8,76  | 8,5   |
| 20              | -8,02      | 8,83          | 8,83  | 8,6   | 9,1   | 8,7   | 8,54  |
| 25              | 1,97       | 8,86          | 8,84  | 8,58  | 9,33  | 10,74 | 11,39 |
| 30              | 24,2       | 17,63         | 17,14 | 12,09 | 16,92 | 17,3  | 17,63 |
| 35              |            | 17,68         | 17,75 | 17,56 | 17,87 | 17,95 | 17,58 |
| 40              |            | 17,87         | 18,2  | 18,06 | 17,95 | 18,06 | 18,2  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



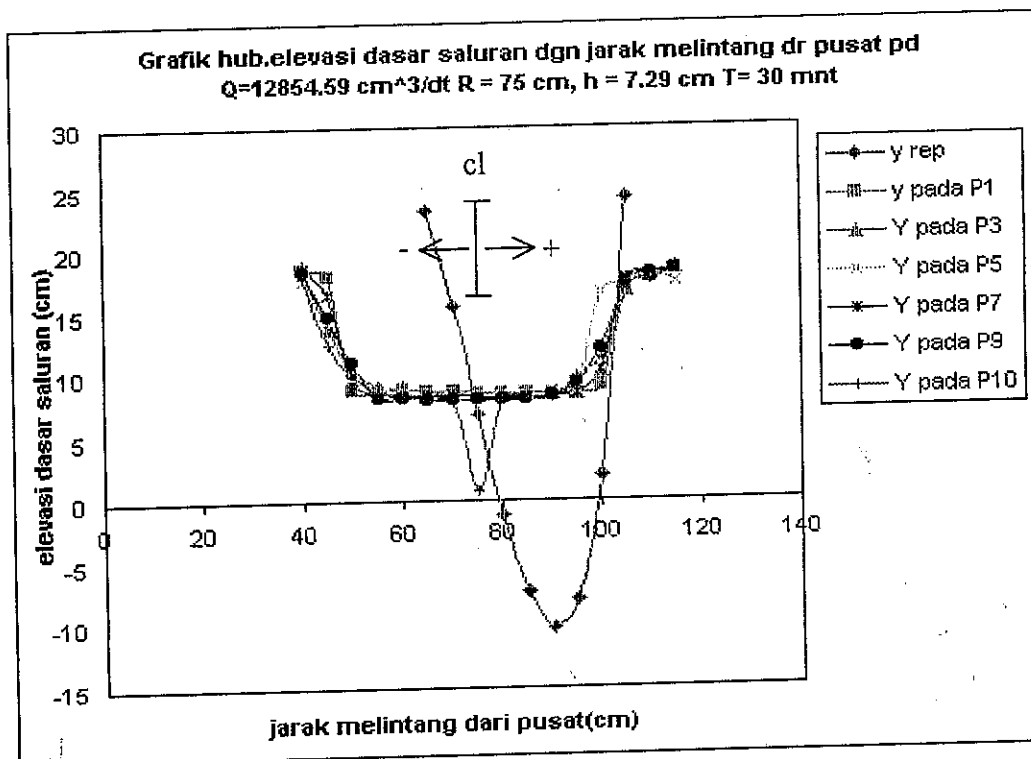
Tabel 5.57

Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 30 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P10   |
| -35             | *              | 18,61         | 18,93 | 17,75 | 18,73 | 18,31 | 17,95 |
| -30             | *              | 18,07         | 13,83 | 14,41 | 16,51 | 14,85 | 12,5  |
| -25             | *              | 8,95          | 10,71 | 9,88  | 9,68  | 11,01 | 10,06 |
| -20             | *              | 8,91          | 9,11  | 9,07  | 8,42  | 8,27  | 8,71  |
| -15             | *              | 8,88          | 8,98  | 8,54  | 8,4   | 8,21  | 8,47  |
| -10             | 23,33          | 8,8           | 8,76  | 8,45  | 8,38  | 8,14  | 8,08  |
| -5              | 15,53          | 8,74          | 8,52  | 8,41  | 8,32  | 8,08  | 7,95  |
| 0               | 6,97           | 8,62          | 8,44  | 8,39  | 8,24  | 8,01  | 0,9   |
| 5               | -1,12          | 8,6           | 8,47  | 8,4   | 8,26  | 8,08  | 8,03  |
| 10              | -7,35          | 8,59          | 8,52  | 8,43  | 8,3   | 8,11  | 8,18  |
| 15              | -10,27         | 8,58          | 8,55  | 8,63  | 8,33  | 8,37  | 8,3   |
| 20              | -8,02          | 8,57          | 8,57  | 8,65  | 8,49  | 9,43  | 9,93  |
| 25              | 1,97           | 9,07          | 10,15 | 16,52 | 10,4  | 11,92 | 11,32 |
| 30              | 24,2           | 16,87         | 16,72 | 17,46 | 17,7  | 17,36 | 17,49 |
| 35              | *              | 17,75         | 17,99 | 18,09 | 17,99 | 18,03 | 17,63 |
| 40              | *              | 18,38         | 18,6  | 17,47 | 18,36 | 18,39 | 18,4  |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.58

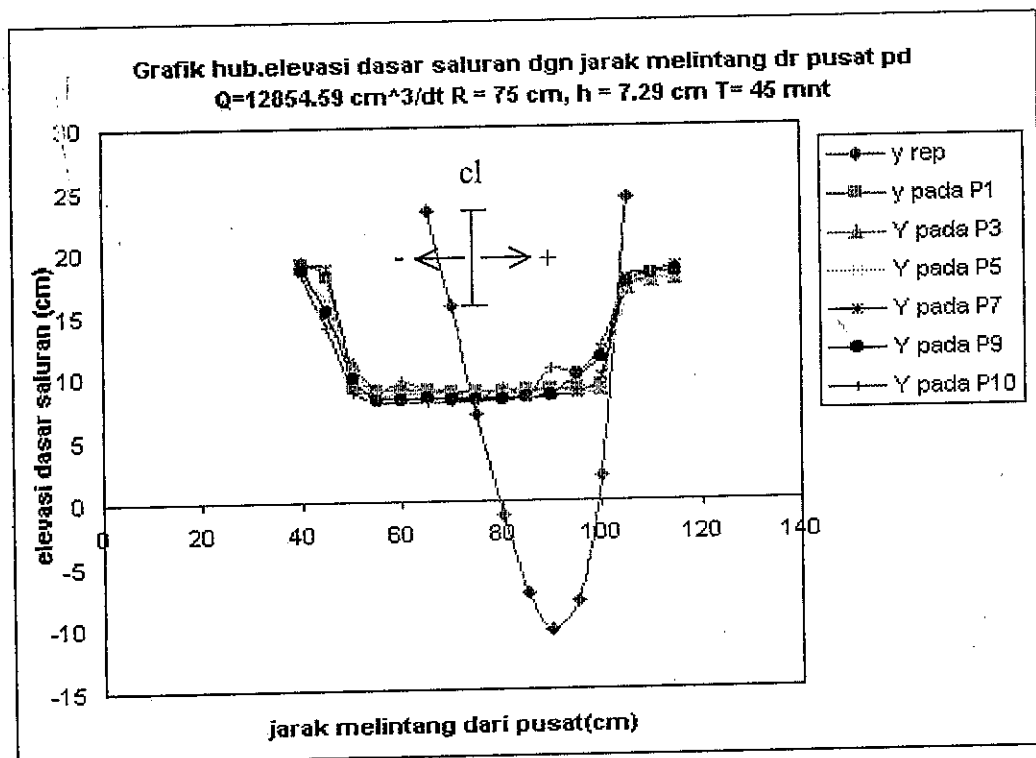
Hasil pengukuran elevasi dasar saluran

$$Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt} \quad R_c = 75 \text{ cm}, \quad h = 7.29 \text{ cm} \quad t = 45 \text{ mnt}$$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 19,01         | 19,18 | 18,6  | 18,85 | 18,47 | 18,15 |
| -30             | *              | 18            | 15,2  | 15,9  | 18,65 | 15,22 | 13,93 |
| -25             | *              | 9,01          | 11,05 | 10,62 | 9,85  | 9,85  | 8,7   |
| -20             | *              | 8,92          | 8,95  | 8,64  | 8,34  | 8,15  | 8,39  |
| -15             | *              | 8,89          | 9,47  | 8,58  | 8,3   | 8,14  | 8,11  |
| -10             | 23,33          | 8,86          | 8,91  | 8,52  | 8,3   | 8,2   | 7,97  |
| -5              | 15,53          | 8,79          | 8,58  | 8,48  | 8,24  | 8,09  | 7,93  |
| 0               | 6,97           | 8,75          | 8,45  | 8,42  | 8,2   | 8,07  | 7,85  |
| 5               | -1,12          | 8,78          | 8,52  | 8,38  | 8,19  | 8,14  | 9,01  |
| 10              | -7,35          | 8,83          | 8,78  | 8,53  | 8,18  | 8,25  | 8,3   |
| 15              | -10,27         | 8,94          | 8,8   | 8,68  | 8,34  | 8,37  | 10,57 |
| 20              | -8,02          | 9,06          | 8,83  | 8,79  | 8,5   | 10    | 10,17 |
| 25              | 1,97           | 9,2           | 8,87  | 8,9   | 9,9   | 11,4  | 12,4  |
| 30              | 24,2           | 17,07         | 16,88 | 16,69 | 17,7  | 17,37 | 17,4  |
| 35              | *              | 18,11         | 17,58 | 17,61 | 18,23 | 17,99 | 18,2  |
| 40              | *              | 18,23         | 17,7  | 17,72 | 18,7  | 18,2  | 18,28 |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)

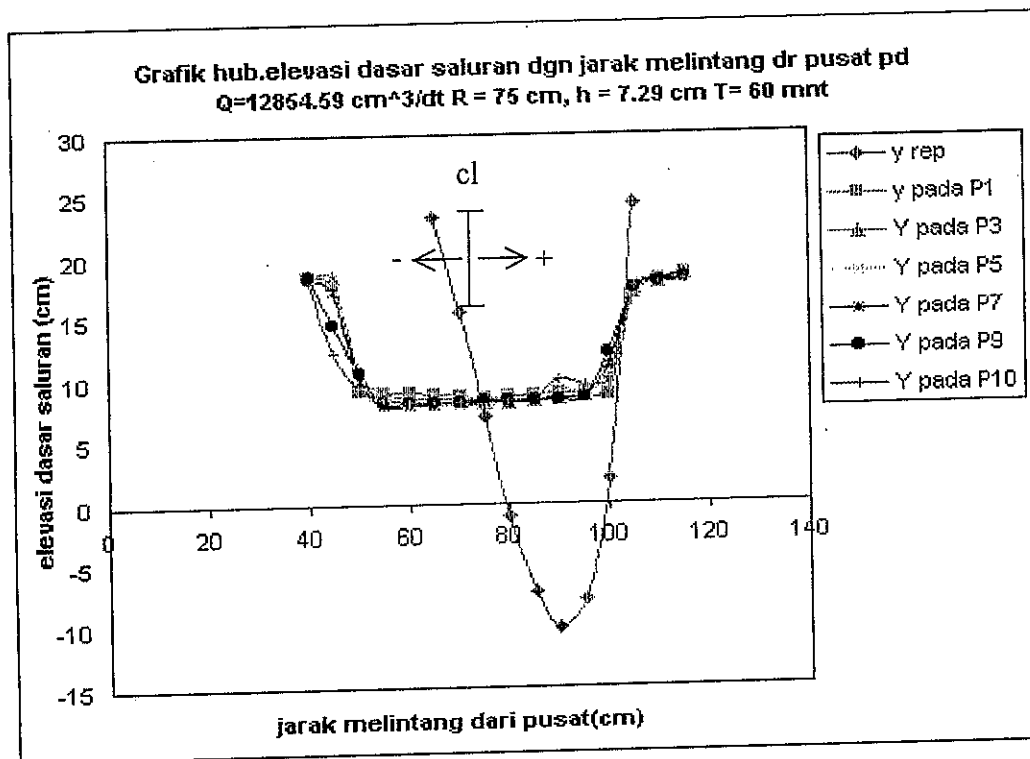


Tabel 5.59  
 Hasil pengukuran elevasi dasar saluran  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$   $t = 60 \text{ mnt}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | Y lab (H rep) |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | P1            | P3    | P5    | P7    | P9    | P 10  |
| -35             | *              | 18,5          | 18,66 | 18,44 | 18,4  | 18,5  | 18,03 |
| -30             | *              | 17,85         | 18,58 | 18,35 | 17,37 | 14,55 | 12,2  |
| -25             | *              | 9,16          | 10,5  | 9,7   | 9,98  | 10,54 | 9,26  |
| -20             | *              | 9,03          | 8,91  | 7,95  | 8,06  | 8,2   | 8,45  |
| -15             | *              | 8,9           | 8,55  | 7,98  | 8,06  | 8,11  | 8,15  |
| -10             | 23,33          | 8,75          | 8,52  | 7,96  | 8,07  | 8,2   | 8,1   |
| -5              | 15,53          | 8,58          | 8,36  | 7,99  | 8,08  | 8,23  | 8,08  |
| 0               | 6,97           | 8,5           | 8,11  | 8     | 8,09  | 8,3   | 8,06  |
| 5               | -1,12          | 8,69          | 8,13  | 8,23  | 8,21  | 8,32  | 8,24  |
| 10              | -7,35          | 8,72          | 8,31  | 8,46  | 8,31  | 8,38  | 8,33  |
| 15              | -10,27         | 8,75          | 8,46  | 9,21  | 8,49  | 8,4   | 9,95  |
| 20              | -8,02          | 8,74          | 8,68  | 8,85  | 8,57  | 8,55  | 9,52  |
| 25              | 1,97           | 8,7           | 8,91  | 10,24 | 11,07 | 12,1  | 9,92  |
| 30              | 24,2           | 16,9          | 17,31 | 17,6  | 17,53 | 17,28 | 17,45 |
| 35              | *              | 18            | 17,85 | 17,93 | 17,98 | 17,85 | 17,76 |
| 40              | *              | 18,5          | 18,47 | 18,44 | 18,5  | 18,18 | 18    |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



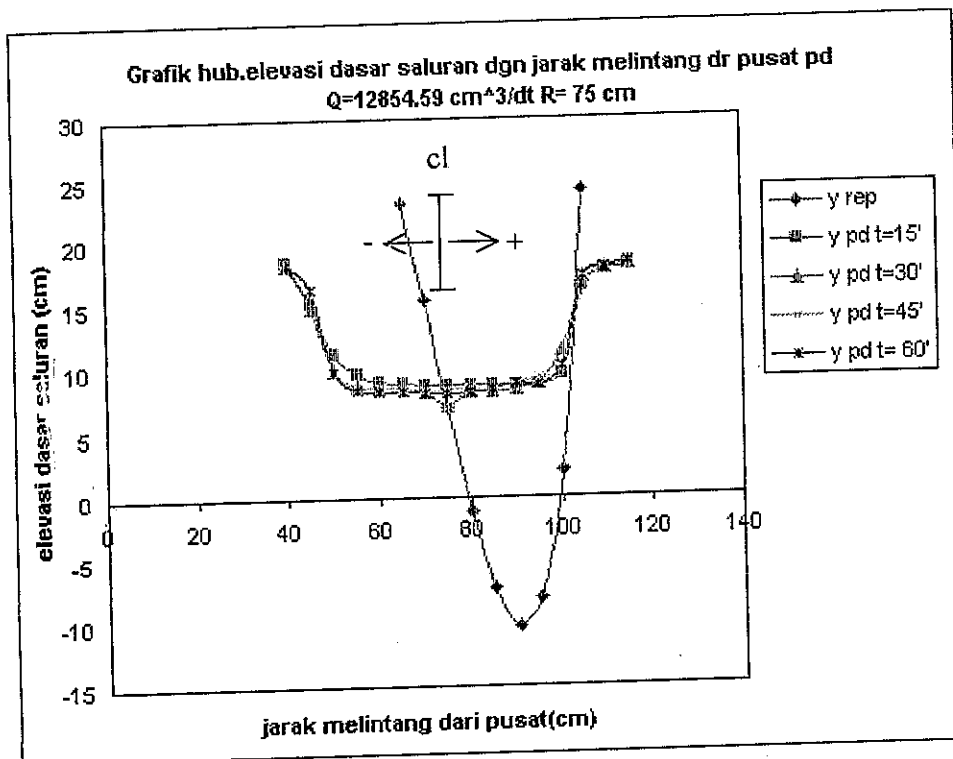
Tabel 5.60

Hasil perhitungan elevasi dasar saluran rata-rata  
 $Q = 12854.59 \text{ cm}^3/\text{dt}$   $R_c = 75 \text{ cm}$ ,  $h = 7.29 \text{ cm}$

| Dari As Saluran | y rep (Ripley) | y lab (cm) |         |         |         |
|-----------------|----------------|------------|---------|---------|---------|
|                 |                | t = 15'    | t = 30' | t = 45' | t = 60' |
| -35             | *              | 18,54      | 18,38   | 18,71   | 18,42   |
| -30             | *              | 15,34      | 15,03   | 16,15   | 16,48   |
| -25             | *              | 11,37      | 10,05   | 9,85    | 9,86    |
| -20             | *              | 9,67       | 8,75    | 8,57    | 8,43    |
| -15             | *              | 9,08       | 8,58    | 8,58    | 8,29    |
| -10             | 23,33          | 8,89       | 8,44    | 8,46    | 8,27    |
| -5              | 15,53          | 8,80       | 8,34    | 8,35    | 8,22    |
| 0               | 6,97           | 8,75       | 7,10    | 8,29    | 8,18    |
| 5               | -1,12          | 8,74       | 8,31    | 8,50    | 8,30    |
| 10              | -7,35          | 8,74       | 8,36    | 8,48    | 8,42    |
| 15              | -10,27         | 8,75       | 8,46    | 8,95    | 8,88    |
| 20              | -8,02          | 8,77       | 8,94    | 9,23    | 8,82    |
| 25              | 1,97           | 9,62       | 11,56   | 10,11   | 10,16   |
| 30              | 24,2           | 16,45      | 17,27   | 17,19   | 17,35   |
| 35              | *              | 17,73      | 17,91   | 17,95   | 17,90   |
| 40              | *              | 18,06      | 18,27   | 18,14   | 18,35   |

Keterangan :

\* = di atas permukaan air (dpa)



Tabel 5.61  
Data gerusan

$R_c = 75 \text{ cm}$        $h = 7,29 \text{ cm}$

$Q = 12854,59 \text{ cm}^3/\text{dt}$

| No | t<br>(menit) | Porfil | X<br>(cm) | y<br>(cm) |
|----|--------------|--------|-----------|-----------|
| 1  | 15           | P1     | 50        | 0,41      |
| 2  |              | P1     | 100       | -0,27     |
| 3  |              | P6     | 50        | 3,08      |
| 4  |              | P6     | 100       | -0,42     |
| 5  |              | P10    | 50        | 3,02      |
| 6  |              | P10    | 100       | 3,19      |
| 7  | 30           | P1     | 50        | -0,19     |
| 8  |              | P1     | 75        | -0,51     |
| 9  |              | P6     | 50        | 0,68      |
| 10 |              | P6     | 75        | -0,73     |
| 11 |              | P10    | 50        | 1,34      |
| 12 |              | P10    | 75        | -0,24     |
| 13 | 45           | P1     | 100       | -0,38     |
| 14 |              | P1     | 75        | 0,07      |
| 15 |              | P6     | 100       | -0,68     |
| 16 |              | P6     | 75        | 0,79      |
| 17 |              | P10    | 100       | -0,29     |
| 18 |              | P10    | 75        | 4,2       |
| 19 | 60           | P1     | 50        | 0,02      |
| 20 |              | P1     | 85        | -0,41     |
| 21 |              | P6     | 50        | 0,67      |
| 22 |              | P6     | 85        | -0,56     |
| 23 |              | P10    | 50        | 0,54      |
| 24 |              | P10    | 85        | 0,21      |

Keterangan :

x diukur dari pusat lengkung

Tabel 5.62  
Rangkuman Proses Pengaliran di  $R_c = 75 \text{ cm}$

| h<br>(cm) | waktu<br>t menit | Endapan<br>tertebal<br>(cm) | Gerusan Terdalam (cm) |           |
|-----------|------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------|
|           |                  |                             | Ripley                | Data Lab. |
| 3,08      | 15               | --                          | 10,11                 | 0,76      |
|           | 30               | 4,92                        | 10,11                 | 3,16      |
|           | 45               | 1,63                        | 10,11                 | 2,37      |
|           | 60               | 2,31                        | 10,11                 | 2,04      |
| 4,06      | 15               | 1,35                        | 10,87                 | 0,13      |
|           | 30               | 0,21                        | 10,87                 | 0,64      |
|           | 45               | 2,07                        | 10,87                 | 0,45      |
|           | 60               | 0,37                        | 10,87                 | 1,32      |
| 4,65      | 15               | 1,35                        | 11,65                 | 0,13      |
|           | 30               | 1,28                        | 11,65                 | 0,54      |
|           | 45               | 1,75                        | 11,65                 | 0,74      |
|           | 60               | 1,74                        | 11,65                 | 0,064     |
| 5,23      | 15               | 1,63                        | 13,16                 | 0,37      |
|           | 30               | 1,36                        | 13,16                 | 1,01      |
|           | 45               | 1,22                        | 13,16                 | 0,88      |
|           | 60               | 0,97                        | 13,16                 | 0,81      |
| 7,29      | 15               | 3,19                        | 19,32                 | 0,42      |
|           | 30               | 1,34                        | 19,32                 | 0,73      |
|           | 45               | 4,2                         | 19,32                 | 0,68      |
|           | 60               | 0,67                        | 19,32                 | 0,56      |

## **5.2. Pembahasan**

Dari hasil penelitian, melalui pengamatan perilaku aliran air dan material pembentuk saluran dan data pengukuran setiap proses pengujian dapat diperoleh gambaran sebagai berikut :

### **5.2.1. Aliran air**

Aliran air yang terjadi di daerah tikungan kecepatannya berbeda antara kecepatan aliran di tikungan dalam dengan kecepatan aliran di daerah tikungan bagian luar. Kecepatan aliran di tikungan bagian luar lebih cepat dari kecepatan aliran di daerah tikungan dalam. Hal ini dikarenakan pengaruh gaya sentrifugal yang terjadi (sesuai hukum gerak melingkar dalam fisika).

Kecepatan aliran saat memasuki daerah tikungan menurun, dan setelah di daerah tikungan bergeser ke arah luar daerah tikungan, hal ini disebabkan pengaruh gaya sentrifugal mengakibatkan adanya arus arah transversal yang mendesak aliran ke arah luar tikungan.

Kecepatan aliran terkonsentrasi dan menelusuri dinding saluran bagian luar sebelum aliran melewati tengah tikungan (garis yang membagi sudut tikungan sama besar), dan sesudah melewati tengah tikungan pengaruh desakan arus arah transversal berkurang. Hal ini menyebabkan timbulnya gelombang silang (aliran spiral) yang akan mempengaruhi kecepatan aliran di daerah tikungan bagian dalam dan dapat membentur tebing bagian dalam daerah akhir tikungan.

### **5.2.2. Jari-jari tikungan**

Jari-jari tikungan berpengaruh terhadap aliran yang terjadi karena di daerah tikungan luar kecepatan lebih tinggi daripada kecepatan di daerah bagian dalam tikungan, maka pengaruh terhadap material dasar saluran adalah di sisi luar daerah tikungan dasar saluran dan tebing saluran tergerus dan kedalaman mencapai 1,87 cm. Dan endapan sekitar 1,02 cm



di daerah tikungan dalam dengan waktu alir 30 menit (periksa Tabel 5.33). Pada jari-jari  $R_c = 50$  cm kerusakan yang paling besar pada tinggi aliran  $h = 4,65$  cm, gerusan yang terjadi sebanding dengan waktu pengaliran (periksa Tabel 5.13 – Tabel 5.16). Sedangkan pada jari-jari  $R_c = 75$  cm gerusan yang besar yang terjadi pada tinggi aliran  $h = 3,08$  cm dan waktu alir lebih besar dari 30 menit. Dan kerusakan tebing saluran terjadi pada pengaliran  $h = 7,29$  cm. Pada tinggi aliran  $h = 7,29$  cm muka air dekat dengan bantaran saluran (tepi atas tanggul saluran) sehingga kondisi material tanggul bagian atas mengalami kejenuhan dan akibat fluktuasi gelombang mengakibatkan lepasnya material dinding tanggul dan memperbesar kelongsoran dinding tanggul bagian luar (periksa Tabel 5.56 – 5.59). Jari-jari tikungan terkecil  $R_c < 3b$  (Chow, 1959).

#### **5.2.3. Kedalaman gerusan**

Variasi kedalaman gerusan dari daerah pantauan dan titik bantu yang diukur sangat bervariasi. Pada jari-jari  $R_c = 50$  cm dengan tinggi aliran  $h = 4,65$  cm gerusan mencapai kedalaman 4,43 cm dan kerusakan dinding saluran bagian luar terjadi pada  $h = 7,29$  cm. Pada jari-jari yang lebih besar yaitu  $R_c = 75$  cm gerusan paling besar pada tinggi aliran  $h = 3,08$  cm gerusan mencapai kedalaman 3,16 cm (periksa profil  $P_5$  = Tabel 5.34). Endapan yang terjadi pada dasar dan kaki tebing terjadi di luar daerah tikungan (hilir) bergerak mencapai 20 cm hingga 80 cm. Hal ini terjadi karena badan saluran merupakan saluran yang lurus sehingga efek gelombang silang sudah teredam dan menimbulkan aliran yang lebih seragam, karena adanya aliran seragam menyebabkan adanya aliran laminar di daerah dasar saluran sehingga menyebabkan kecepatan geser butiran lebih kecil daripada kecepatan geser kritis ( $U_* < U_{*c}$ ).

#### **5.2.4. Solusi pendekatan pemecahan gerusan**

Melalui data ukur pengujian dan diambil secara acak baik posisi profil yang diukur dan jarak dari pusat lengkung maka dapat dicari solusi

pemecahan hal gerusan tersebut dengan bantuan program excel ANOVA didapat persamaan gerusan untuk masing-masing jari-jari tikungan (periksa Lampiran A1 dan A2)

Dengan mengacu pada tinggi aliran (h) dan kecepatan aliran (V) yang praktis dan dapat diukur di lapangan diperoleh persamaan :

Untuk  $R_c = 50$  cm

$$Y_{\text{pers.lab.}} = 0,430419 h - 0,09659 V + 0,733925$$

$$R^2 = 0,2066$$

Untuk  $R_c = 75$  cm

$$Y_{\text{pers.lab.}} = 0,213259 h - 0,10421 V + 1,567105$$

$$R^2 = 0,097236$$

Hasil pendekatan solusi melalui kedua persamaan dapat dilihat pada Tabel 5.64. serta Tabel 5.65.

Table 5.63  
Kedalaman Gerusan

| Rc<br>(cm) | h<br>(cm) | Kedalaman Gerusan (cm) |           |           |
|------------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
|            |           | Ripley                 | Data lab. | Pers. lab |
| 50         | 3,08      | 9,12                   | 1,24      | 0,55      |
|            | 4,06      | 13,73                  | 0,90      | 0,57      |
|            | 4,65      | 17,24                  | 4,43      | 0,52      |
|            | 5,23      | 17,78                  | 0,45      | 0,34      |
|            | 7,29      | 25,90                  | 2,64      | --        |
| 75         | 3,08      | 10,11                  | 3,16      | 0,65      |
|            | 4,06      | 10,87                  | 1,32      | 0,54      |
|            | 4,65      | 11,65                  | 0,74      | 0,75      |
|            | 5,23      | 13,16                  | 1,01      | 0,86      |
|            | 7,29      | 19,32                  | 0,72      | 0,89      |

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian konfigurasi dasar saluran di tikungan ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan konfigurasi dasar saluran dan tebing luar lebih besar pada tikungan dengan jari jari kecil ( $R_c < 3b$ ).
2. Kecepatan aliran di tikungan akan bergerak ke arah luar tikungan, setelah melewati pertengahan tikungan kecepatan transversal menelusuri lengkung bagian luar.
3. Rumus Ripley adalah empiris, dan dari hasil pengujian hanya berlaku pada dasar sungai sedangkan tebing luar tidak tergerus ( $r_0$  jari-jari lengkung pada bagian cekung).
4. Rumus Ripley untuk daerah bagian dalam tikungan terjadi endapan yang tebal (dalam perhitungan tebalnya endapan lebih tinggi dari muka air).
5. Dari hasil perhitungan gerusan yang terjadi menurut rumus Ripley besarnya 25,90 cm dan hasil pengukuran laboratorium 4,43 cm, untuk  $R_c = 50$ . Sedangkan untuk  $R_c = 75$  dari Ripley diperoleh gerusan sebesar 19,32 cm dan hasil pengukuran laboratorium besarnya 3,16 cm.
6. Pada pengaliran dengan muka air yang tinggi (muka air hampir sama dengan tebing atas), perubahan di dasar saluran yang terjadi kecil dan cenderung yang terjadi endapan, hal ini dikarenakan sesuai konsep lapis batas yang semakin tinggi muka air, kecepatan di dasar saluran akan berkurang dan tidak mampu mengangkut material dasar saluran. Sedangkan pada dinding tebing bagian luar tikungan akibat penelusuran kecepatan aliran pada dinding tebing mengakibatkan keruntuhan tebing dan angkutan material, sehingga akan terjadi gerusan arah horizontal.

## 6.2. Saran

Berdasarkan data hasil pengukuran dari penelitian dan pengamatan di laboratorium dari model pisik, semakin banyak bagian dalam penelitian dengan variable penelitian yang ditinjau akan didapat hasil yang lebih baik. Hal ini pula dikembangkan penelitian lanjutan dengan memperbanyak variable seperti :

- Variasi jari-jari tikungan dan sudut belokan agar diperoleh gambaran kerusakan yang minimum.
- Dalam perencanaan saluran, terutama badan saluran dengan tanah, harus dihindari tikungan dengan jari-jari kecil ( $R_c < 3b$ ) dan sudut belokan  $90^\circ$
- Variasi campuran material pembentuk dasar saluran agar diperoleh komposisi pembentuk badan air dalam penanganan perbaikan badan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chang, Horward H, 1939, *Fluvial Processes in River Engineering*, John Wliey Sons, Inc.
- Chow, V.T, Ph. D, *Open Chanel Hydraulics*, 1959, Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd.
- DPMA, 1997, *Penelitian Rip-Rap Batu/Beton Di Hilir Bendung Sebagai Penahan Gerusan*, Bandung.
- DPMA, 2000, *Kinerja Bangunan Air dan Perumahan Morpologi Sungai*, Bandung.
- DPU, 1999, *Pengkajian Bangunan Pengaman Tebing Sungai Terhadap Gerusan*.
- Higways In The River Enveroment Hydraulic And Enviromental Design Coniderations*, 1974, Colorado State University (Chapters I to V).
- Hoff. John C., *A Pracctical Guide To Box-Jenkins Forecastin*, 1983, Lifetime Learning Publications.
- Kodoatie R. J., 1990, *Assigment in Open Channel Flows*, in Civil Engineering University of Alberta, Edmonton Canada.
- Kodoatie R. J., 2000, *Hidraulika Saluran Terbuka*, Andi Offset, Yogyakarta. 15.
- Lambe T. W., 1979, *W Mechanics*, SI Version, John Wiley & Sons, Inc.
- Kodoatie R. J., 2000, *Laporan Akhir "Studi Kestabilan Tebing S. Ogan"*, Palembang.
- Montgomery, J.M., 1985, *Water Treatment Principles And Design*, A Wiley Intersiencec Publication.
- Potter, M. C., 1991, *Mechanics Of Fluids*, Englewood Eliffs, New Jersey.
- Rich, Linvil G., *Enviromental System Engineering*, 1973, Mc Graw-Hill, Inc.
- Salamun 1997, *Kinerja Hidraulik Krib Terhadap Pola Arus Dan Mekanika Dasar Saluran*, Jurusan Teknik Sipil, ITB.
- Shirley L.H., 1987, *Geoteknik Dan Mekanika Tanah*, Penerbit Nova, Bandung.

- Simon D. B, And Senbrik, Fuad,. 1992, *Sedimen Transport Technology, Water And Sediment Dynamics*, Water Resources Publication, Littleton, CO.
- Simons And Li, 1982, *Engineering Analysis Of Fluvial System*, Fort Collins, Colorado, USA.
- Supriharyono, Dr. Ir. Ms, Sriyana, Ir. Ms. *Intisari Materi Kuliah Metodologi Penelitian*, 2000, Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil Undip.
- Susanna, 1999, *Model Numerik Dua Dimensi Hidrodinamika Di Tikungan Saluran 90°* (Kajian Kekasaran Dasar Saluran), ITB, Bandung.
- Suyono, S And Nakazawa K. 1983, *Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi*, Jakarta.
- Suyono, S And Tonigawa, M., 1984. *Perbaikan Dan Pengatur Sungai*, Jakarta.
- Triatmodjo, B., 1992, *Mekanika Fluida Dan Hidrolika*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- USD, 1979, *Stable Earth Channels Course Reference*, Soil Conservation Service Portland, Oregon.
- Yang, C. T., *Sediment Transport : Theory And Practice*, Mc Graw-Hill Companies.